كيف تتكوّن

الزلازل والبراكين







أكاديميا

Ashraf Omar Samour
Arabcommix





الزلازل والبراكين

أكاديميا هي العلامة التجارية لأكاديميا إنترناشيونال
للنشر والطباعة

البراكين والزلازل

حقوق الطبعة الإسبانية © إدسيوني ليما، 1996
حقوق الطبعة العربية © أكاديميا انترناشيونال، 1997

أكاديميا انترناشيونال
الفرع العلمي من دار الكتاب العربي
ص.ب. 6669-113 بيروت، لبنان
هاتف 800832-800811-862905
فاكس 805478 (009611)

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أو اختزال مادته بطريقة
الاسترجاع، أو نقله على أي نحو، وبأي طريقة، سواء كانت إلكترونية
أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك،
إلاّ بموافقة الناشر على ذلك كتابة ومقدما.

ACADEMIA is the Trade Mark of Academia International
for Publishing and printing

Authorized translation from Spanish Language Edition:

VOLCANES Y TERREMOTOS

Original Copyright © Ediciones Lema, 1996
Arabic Copyright © Academia Int., 1997

Academia International
Scientific Division of Dar Al-Kitab Al-Arabi
P.O. Box 113-6669 Beirut, Lebanon
Tel 800832-800811-862905
Fax (009611) 805478

كيف تتكوّن

الزلازل والبراكين



تأليف: أندريو ياماس
رسوم : علي غاروسي
ترجمة : ألڤيرا نصور



أكاديميا
بيروت - لبنان

باطن الأرض

الأرضُ كَوْكبٌ ناشِط. والزلازلُ والبراكينُ هي المظاهرُ السطحيّة للحركاتِ الواسعةِ التي تحدُث في باطنِ الأرض. ويعتقد العُلماء أنّ باطنَ الأرضِ لا يزالُ كما كان منذ آلاف ملايين السنين. يتألّف كوكبُنا من أربع طبقات: القشرة أو الأديم، وهي الطبقة الخارجية الصُلبة التي نعيش فوقها، والوشاح، وهو الطبقة التي تمتدّ تحت القشرة وتتكوّن من صُخور حارّة وثقيلة تطفُو فوقها صخورُ القشرةِ الأخفّ وزناً. وبعض مناطق الوشاح مكوّنٌ من مادّة صخرية لزجة تجري في حركة تُعرَف «بالحَمْل» (أو الحركة الحَمْليّة).

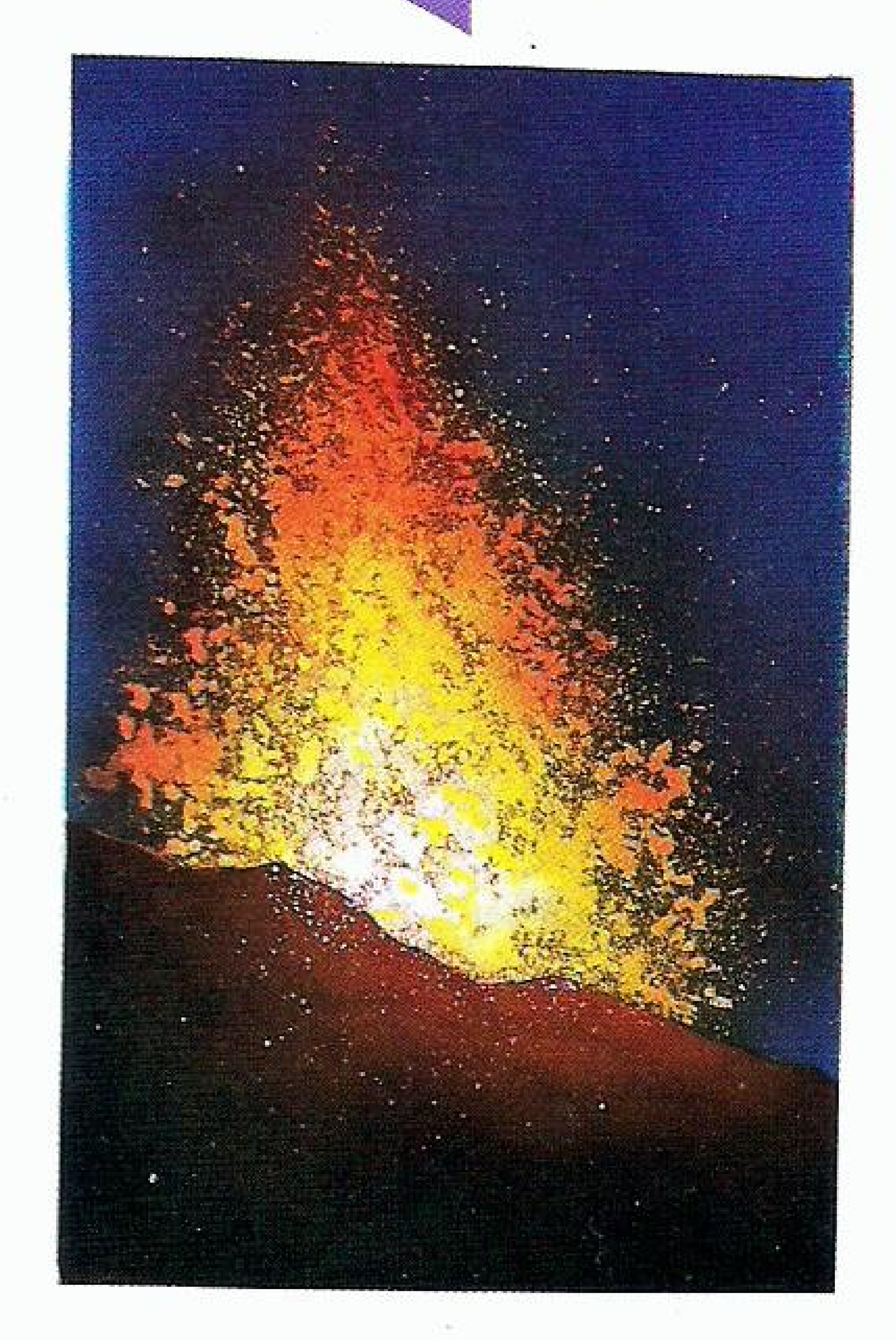
تحت الوشاح، توجد النّواة المعدِنيّة التي تصل درجةُ حرارتها إلى آلاف الدرجات المئويّة وتتكوّن من قسمين: النواة الخارجية السائلة (المؤلفة من الحديد والنيكل السائلين) والنواة الداخلية الصُلبة (التي تتشكّل بحسب الجيولوجيين من كُرة معدِنية صُلبة وساخنة).



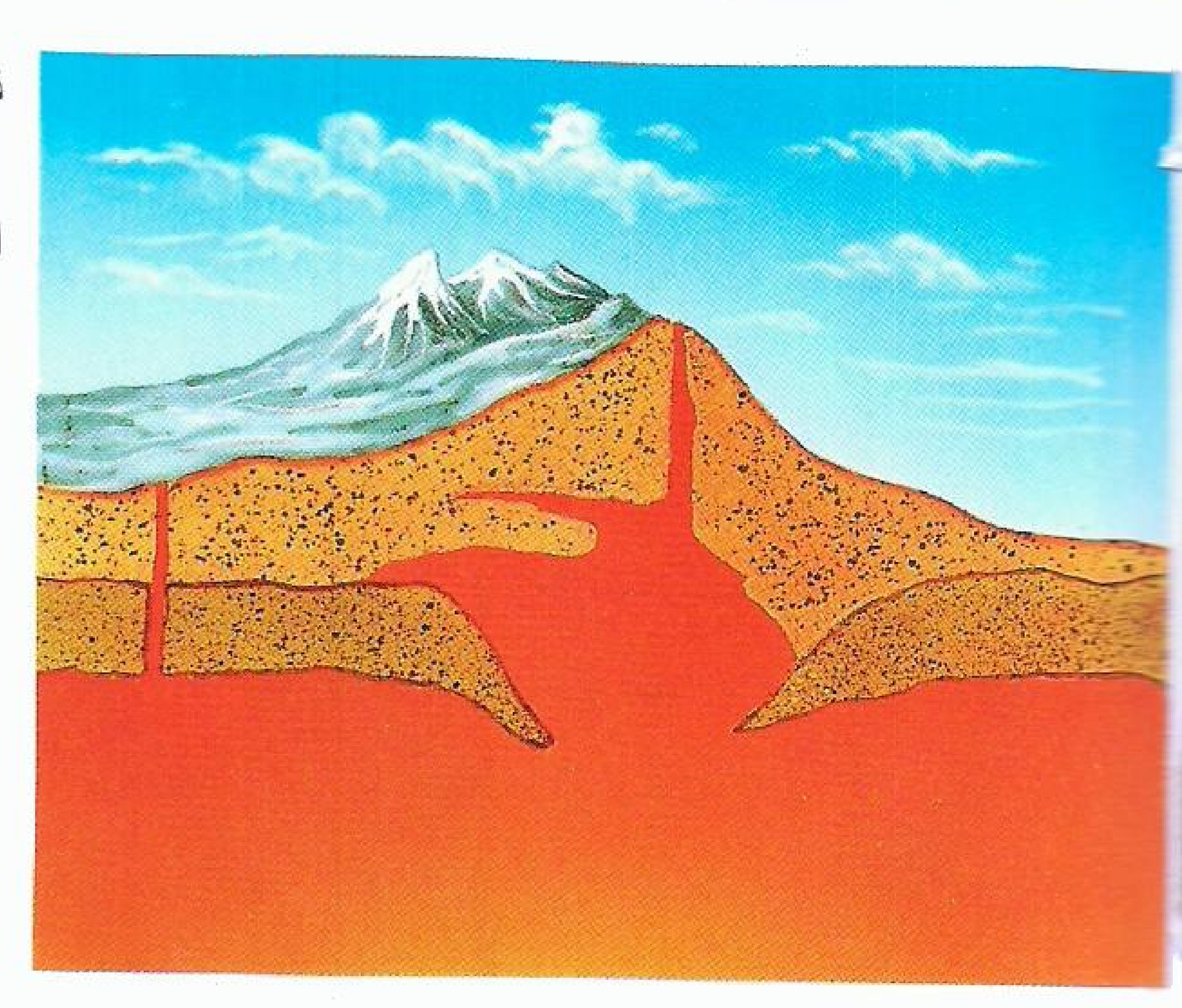
يتتج النشاط الزلزالي (الزلازل) والتوزانات البركانية عن نشاط الأرض الباطني.

1 القشرة، أو الأديم، طبقة رقيقة صلبة باردة نسبياً.

2 على عمق 200 كلم، تصل درجة الحرارة إلى 1500° م تقريباً وتصبح الصخور حامية لدرجة البياض.



في الثورانات البركانية، تعرَف المادة التي ترتفع من الوشاح باللابة أو الحمم (مادة صخرية مصهورة) وهي تندفع بقوة من الأرض مشكّلة ستائر ناريّة هائلة.



تستطيع القوى التي تحرّك الوشاح أن تؤثر في القشرة فتُحدثَ انثناءَ الصخور وارتفاعَ كتل جبلية ضخمة.

3 تأتي المواد المصهورة التي تقذِف بها الثورانات البركانية من المنطقة العلويّة في الغلاف.

4 يطلَق على المواد المصهورة اسم الصُهارة.

5 تولِّد الحركات التي تحدُث في الجزء السائل من النواة الخارجية حقلَ الأرض المغنطيسي.

حركة القارات

نَجِد اليوم سبعَ قِطع كبيرة من اليَابسة نُطلِق عليها اسم القارات. إلاّ أنَّ جميع هذه القارات كانت تؤلّف منذ ملايين السنين كتلةً واحدةً ضخمةً تُسمّى القارة الكبيرة «بانجيا».

تكسَّرت هذه القارةُ الكبيرة إلى أجزاءٍ انفصلَ بعضُها عن بعض وشكّلت القاراتِ المختلفةَ التي نعرِفها اليوم.

هل لاحظت كيف يتناسب شكل ساحل إفريقيا مع ساحل أميركا الجنوبيّة؟ في عام 1910، تنبّه العالِم الألماني «ألفرد فغنر» Alfred Wegener إلى هذا الأمر وأكّد أَنَّ القاراتِ تتحرّك لأنها واقعةٌ فوق الألواح المختلفة التي تُشكِّلُ قشرةَ الأرض. تعرَف هذه الحركة بزحزحة القارات، وهي ناتجة عن الحركات الحَمْلِيّة التي تحدث في وشاح الأرض، وهذا يعني أن الألواحَ تتحرّك بفعل تيّارات الصخور اللزجة التي تجري في الوشاح.

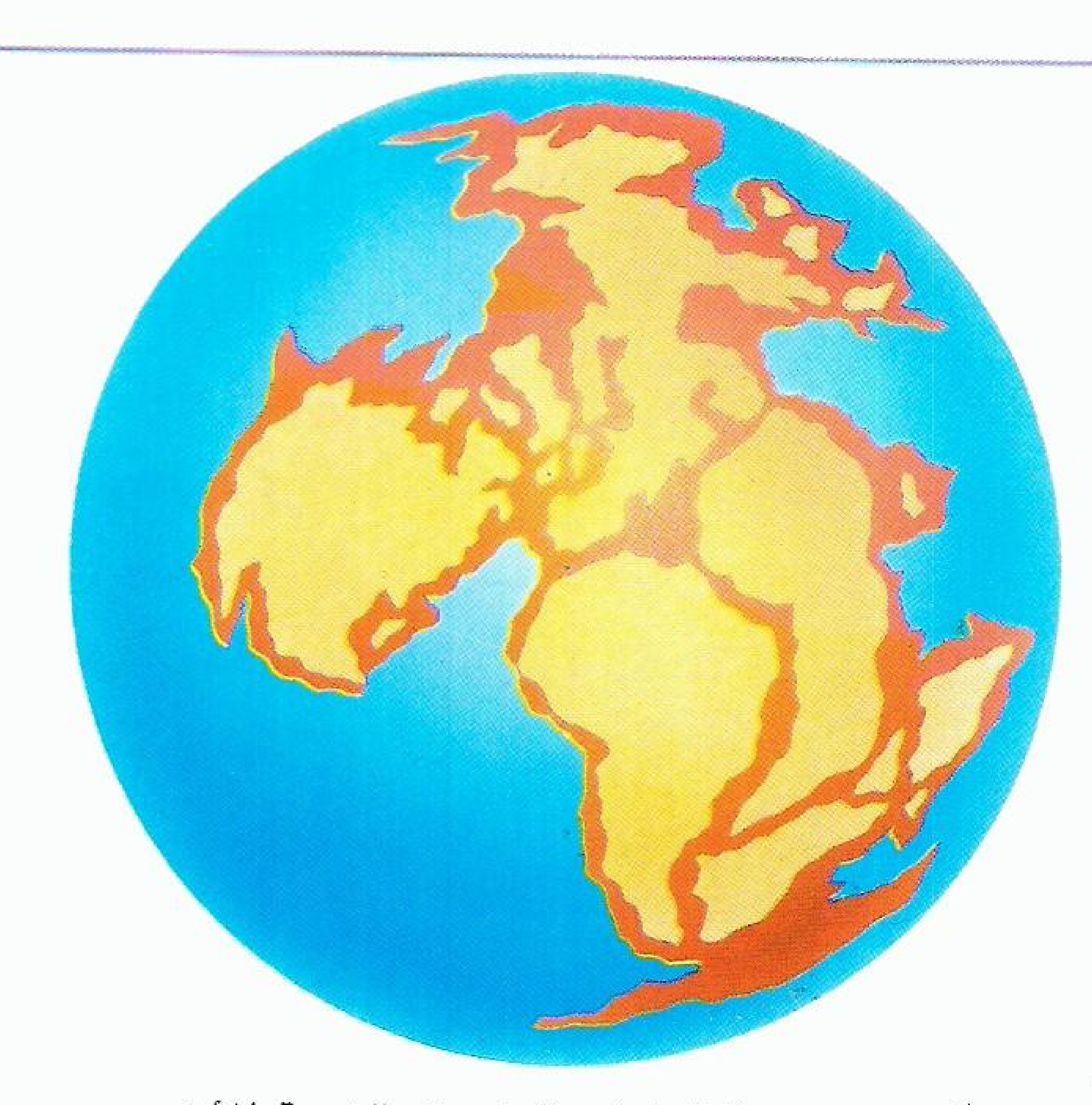
بعض هذه الألواحِ يحمِلُ المحيطات فيما يحمل بعضُها الآخرُ القارات.



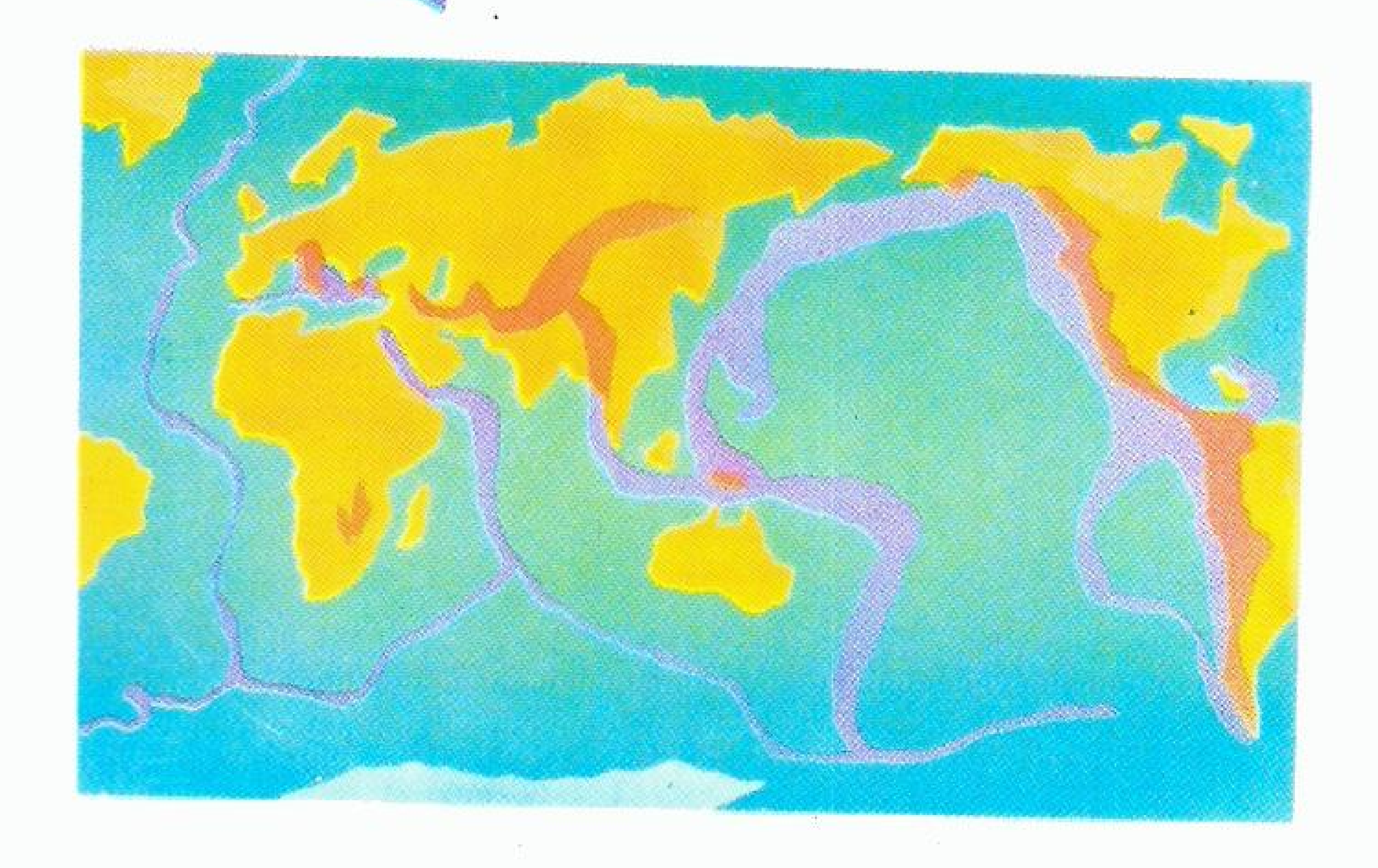
تتألّف القشرة الأرضية (الأديم) من 15 لوحاً تكتونيا، لكن الألواح الرئيسية تقتصر على سبعة.

1 تتحرّك الألواح فوق طبقة من الصخور الطريّة بسرعات تصل إلى 10 سنتيمترات بالسنة.

2 عندما تتحرّك الألواح، تبتعد حوافها بعضُها عن بعض أو تتصادم فيما بينها فتحدث الزلازل.



يطلَق على حركة القارات الواحدة بالنسبة للأخرى أسم زحزحة القارات. ويمكننا رؤية التغيّر الكبير الذي شهده مظهر الأرض الخارجي على مدى ملايين السنين.



ترتبط مناطق النشاط الزلزالي والبركاني ارتباطاً وثيقاً بمناطق القشرة التي يلتقي عندها لوحان مختلفان.

3 هناك ثلاثة أنواع من حواف الألواح: (أ) الحواف المتباعدة، التي يبتعد بعضُها عن بعض فيتشكّل عند خط الفصل أرضيّة محيطية جديدة بفضل الصُهارة التي تخرج من باطن الأرض. (ب) الحواف المتقاربة، حيث يتصادم لوحان على نحو جَبْهي مباشَر أو يتراكب لوح فوق آخر. (ج) الحواف المنزلِقة التي تنزلق جانبياً الواحدُ بجوار الآخر.

تصادم الألواح

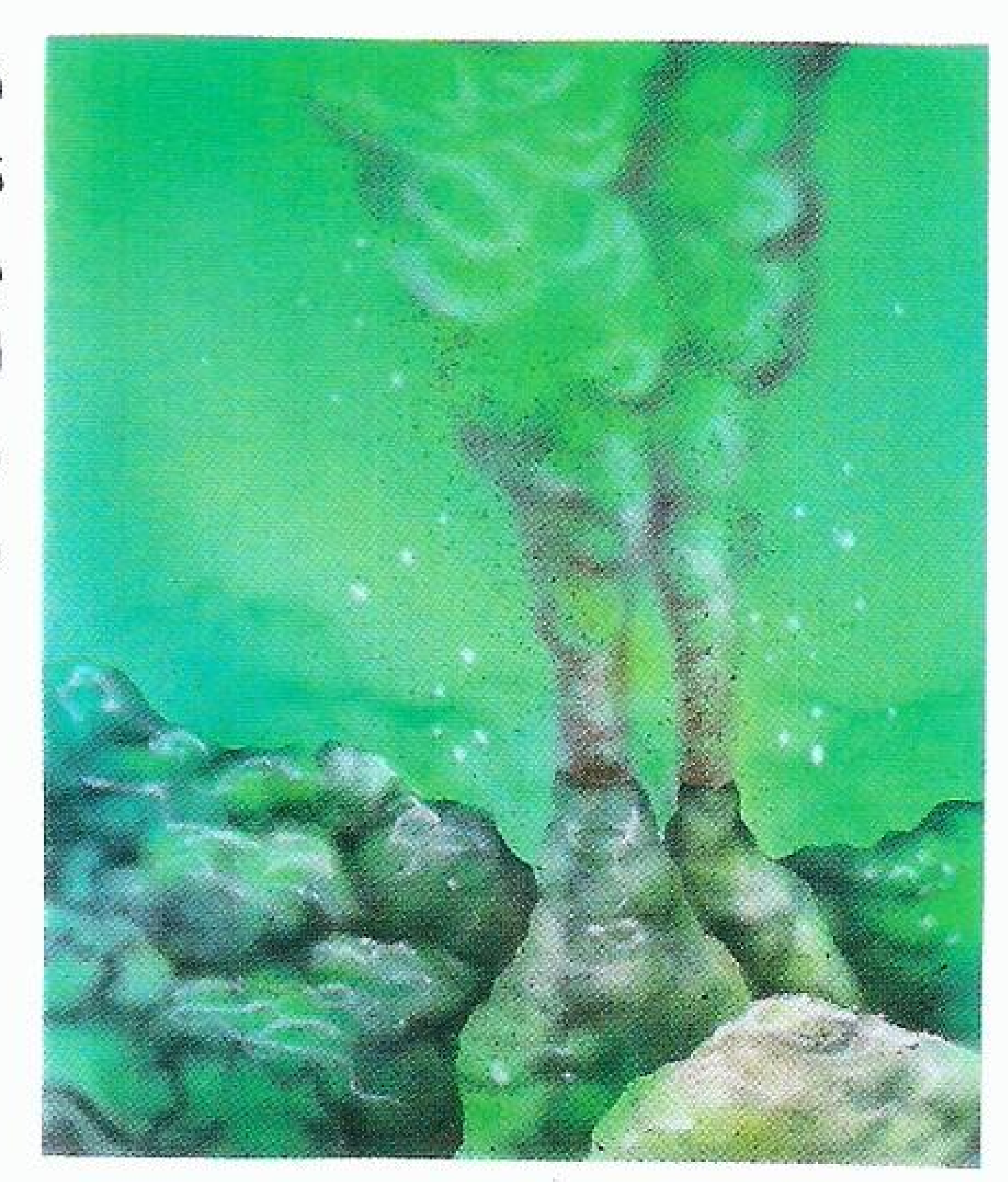
رأينا في ما سبق أن الألواحَ التكتونيةَ تتحرّك بضعة سنتيمترات كل عام فتتقاربُ أو تتباعدُ وَفق الحالات. عندما يجري، مثلاً، تيّار من المواد الموجودة في الغلاف إلى الأعلى، بدفعٍ من حَركات الحَمْل، ينقسم هذا التيار عند بلوغه القشرة ويدفع الألواح في اتجاهات مختلفة. هكذا تنفصل الألواحُ وتبتعد، وهكذا تتكوّن أرضيّة المحيطات عند السلاسل الجبلية المحيطيّة. وتتباعد أميركا الشمالية وأوروبا في حركة بطيئة ومتواصلة، فيما تشكّل المادة الصخرية السائلة أرضاً جديدة في قاع المحيط الأطلسي لملء الفجوة التي تبقى مفتوحة بين اللوحين اللذين يحملان هاتين القارتين.

من جهة أخرى، يهبط قاع البحر في أماكن أخرى ويغوص في الوشاح. فنجد في المحيط الهادىء، مثلاً، حافة بعرض 15 سنتيمتراً فقط ولكن بطول آلاف الكيلومترات تنزل بشكل متواصل تحت القشرة باتجاه الوشاح. ويمكن لأحد اللوحين المتلاقيين أن يعلو فوق الآخر أو ينزلق تحته فيخلق توتّراً كبيراً في الصخور. ويمكن لهذه التوتّرات أن تُحدثَ كُسوراً أو صُدوعاً في الصخور فيحدثَ ما يُعرَف بالزلازل!

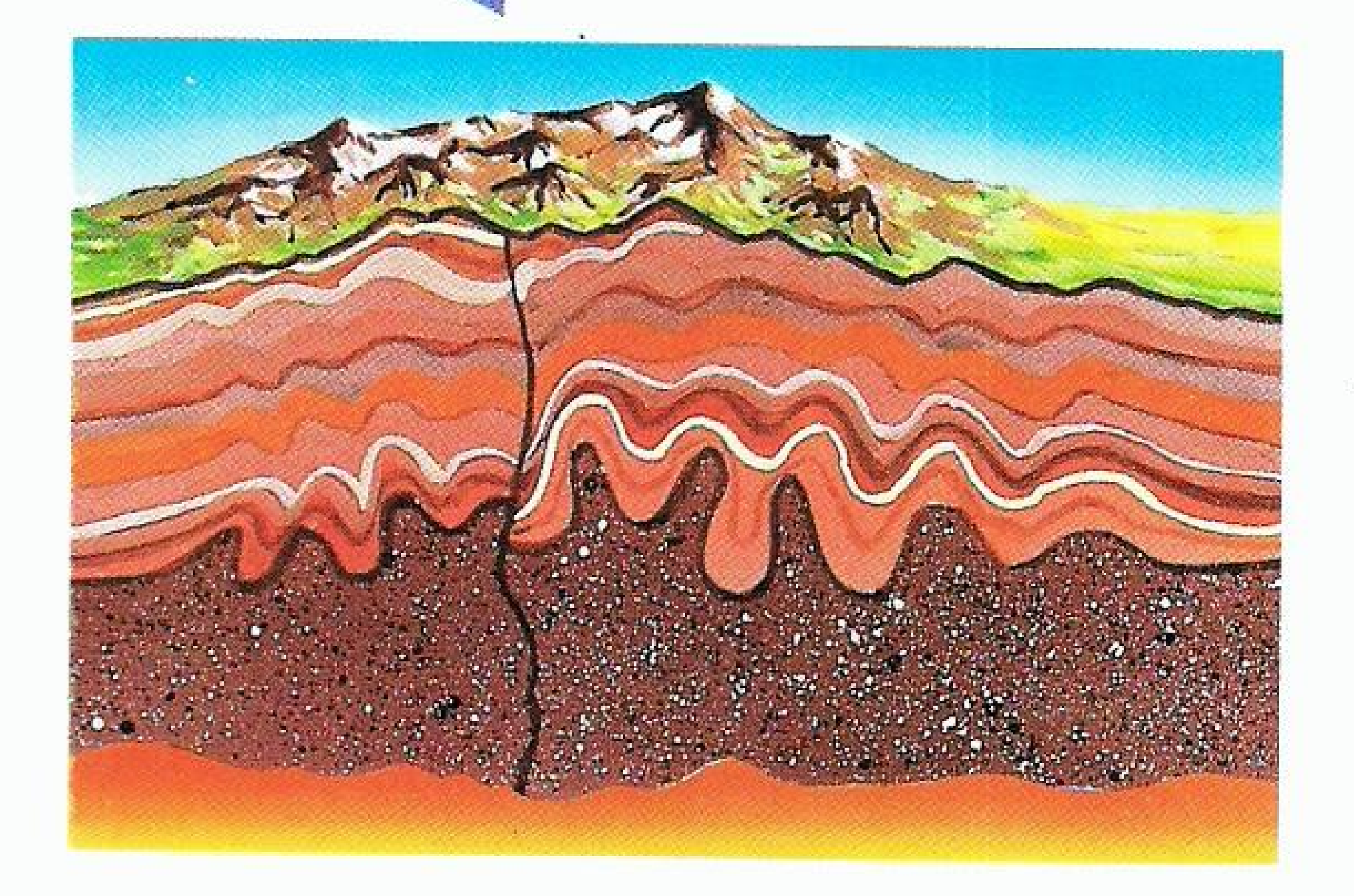


تَصعد الصُهارة البازلتيّة من منطقة الضَعْفِ إلى قاع المحيطات على طول سلاسل جبال وسط المحيط. عند التقاء الصهارة مياهَ المحيط الباردة، تتصلّب المادة المصهورة ويتجدّد بذلك قاع المحيط.

1 تسحب الحركات النازلة الألواح إلى داخل الغلاف: إنها مناطق انخساف حيث نجد الأخاديد (الخنادق) المحيطيّة.



في سلاسل الجبال المحيطية، تتصلّب المعادن الكبريتية الآتية من باطن الأرض عند احتكاكها بمياه البحر الباردة وتشكّل «مداخِن» تحيط بالمَنفَذ الذي تخرج منه هذه الغازات والأبخرة البركانية السوداء.



عندما تتصادم الألواح التي تحمل القارات فيما بينها، تنثني هذه الألواح مثل الأكورديون وتُنشىء مناطقَ جبلية وتُحدث زلازلَ أرضيّة.

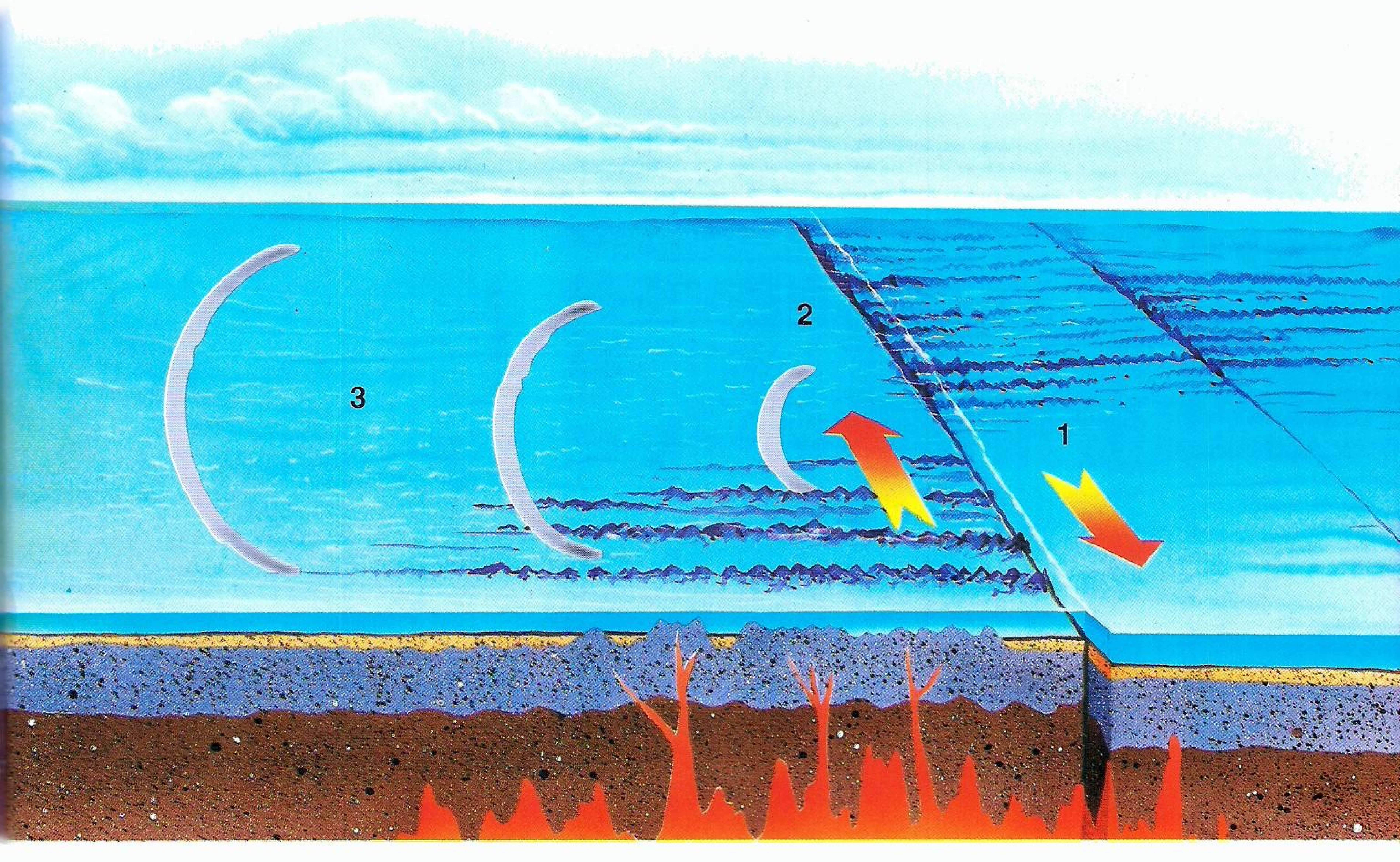
2 عند اندساس قشرة الأرض في الوشاحَ، تتحوّل المادة الصخريّة إلى صُهارة.

3 عند اندساس لوح محيطيّ تحت لوح قاري أسمك وأخفّ منه، تنشأ سلسلة جبلية ساحلية مؤَلَّفة من جبال بركانية.

الموجات الزلزالية

تحدث أكثريّةُ الزلازلِ في أماكنَ محدَّدة من القشرة الأرضية: عند الحدود الفاصلة بين الألواح التكتونية. وعندما يحدث زلزالٌ، تولِّد الاضطراباتُ الزلزاليةُ اهتزازاتٍ ميكانيكيةً على شكل موجاتٍ تنتشرُ فوق سطحِ الأرض أو في باطِنها. والاهتزازاتُ الميكانيكيّةَ الزلزالية هي التي تتسبَّب بالكوارث على سطح الأرض! ويمكن كشف هذه الموجات بواسطة مِرسَمة الزلازل، وهي على ثلاثة أنواع: نوعٌ يعمل بموجات الضغط (الموجات الابتدائية أو الطولانيّة أو موجات P)، وآخر بموجات القَصّ (الموجات الثانوية أو موجات S)، والثالث بالموجات السطحيّة (موجات رايلي ولاف Rayleigh and Love) وهي الموجات التي تنقل القسم الأكبر من الطاقة.

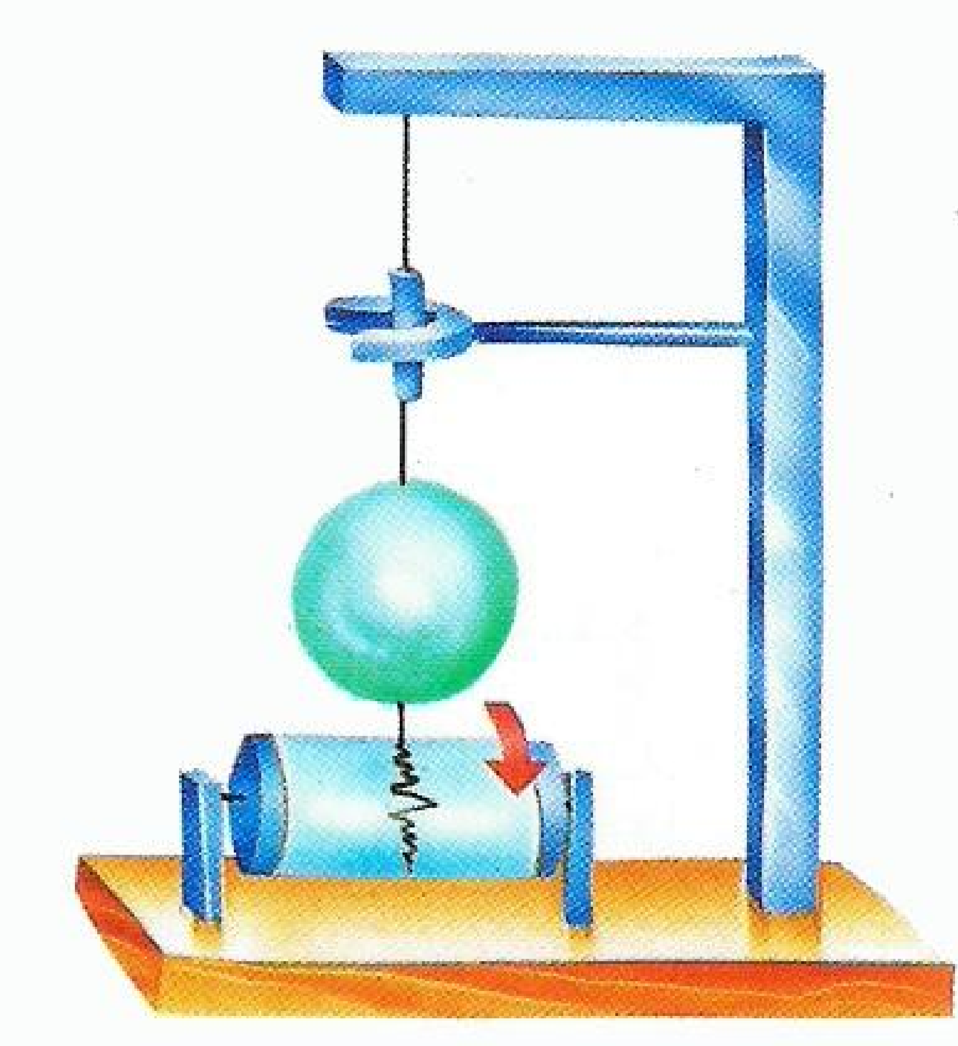
إن نقطةَ نشوء الزلزال، أي المكان الذي يبدأ فيه انشقاق الصدع، قد تقعُ على عمق كبير تحت سطح الأرض (قد يصل العمق إلى 700 كلم!) وتعرَف هذه النقطة باسم مركز الزلزال أو بؤرة الزلزال. لكن مركزَ الزلزال يقع في معظم الحالات على عمق 20 كلم أو أقلّ، وهذا النوعِ من الزلازل هو الذي يُحدثُ أكبرَ قَدْرٍ من الخراب والدمار. وتسمى النقطة الواقعة على سطح الأرض، فوق مركز الزلزال مباشرة، المركز السطحي.



تنشأ الزلازل عن انزلاق كتل صخرية على طول الصدوع.

1 تسمح المرونة التي قد تتميّز بها الصخور بتراكم طاقة التشوّه.

2 **عندما يفوق التشوّه قوى الاحتكاك، يحدثُ كَسرٌ في أضعف نقطة من الصدع.**



مرسمة الزلازل أجهزة تكشف وتقيس الاهتزازات الناتجة عن الزلازل. وبمقارنة القياسات التي تسجّلها هذه الأجهزة الموضوعة في أماكن مختلفة يبعد بعضها عن بعض، يحدّد الخبراء مركز الزلزال.

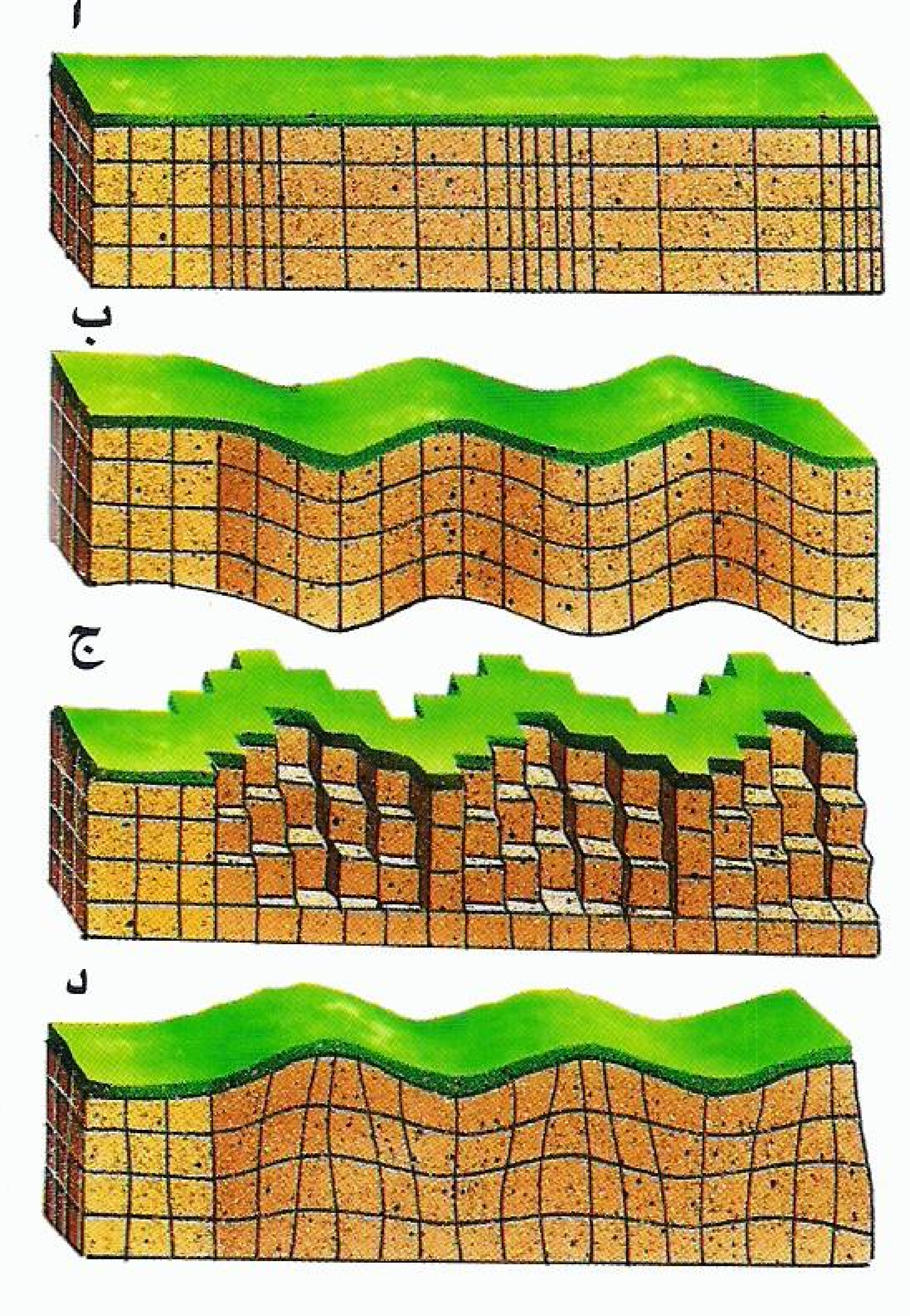
في أثناء وقوع الزلازل تحدث اهتزازات تنتقل عن طريق الموجات المختلفة التالية:

أ - الموجات الابتدائية: وهي الموجات الأسرع انتشاراً (بسرعة 5 كلم بالثانية تقريباً).

ب - الموجات الثانوية: وهي الموجات التي تُحدثُ حركة السطح التذبذبية (تنتشر هذه الموجات في القشرة بسرعة 3 كلم بالثانية).

ج - موجات لاف Love.

د - موجات رايلي Rayleigh.



4

3 عندئذٍ، تتحرَّر الطاقة المختَزَنة على شكل موجات زلزاليةٍ تنتشر في جميع الاتّجاهات انطلاقاً من مركز (أو بؤرة) الزلزال.

4 يمكن أن يستمر هذا الانشقاق بضع ثوان، أو بضع دقائق في الزلازل القويّة.

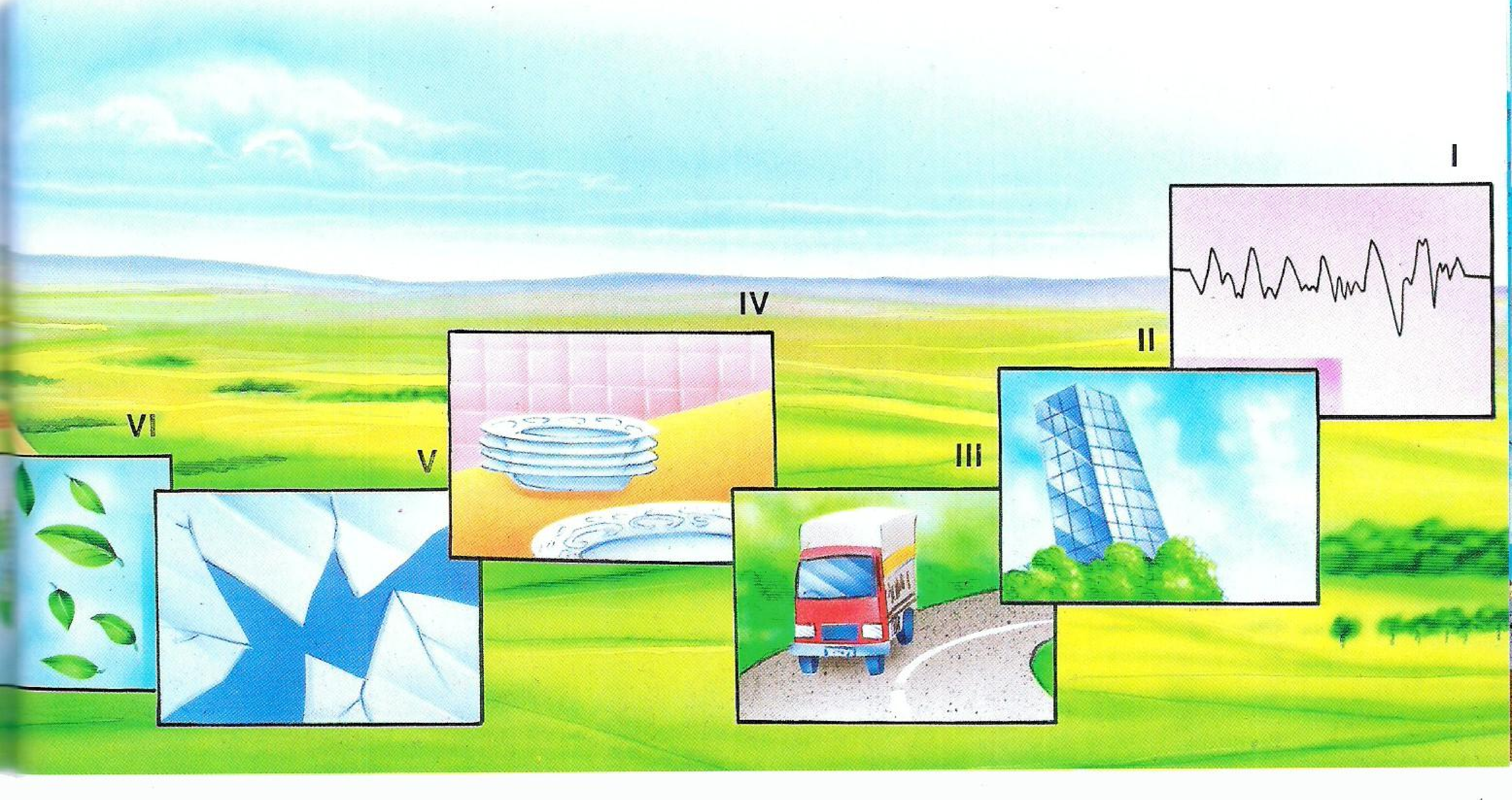
اهتزاز الأرض

يتراوحُ ما تشهدُه الأرضُ من زلازل في السنة بين مليونٍ ونصفِ مليونِ زلزالٍ، لكنّ واحداً فقط من كل خمسين زلزالاً يُحدث أضراراً فعليّة، إذ معظمُ الزلازل خفيفة جداً لدرجة أننا لا نلاحظ حدوثها.

تنشأ الزلازلُ في المناطق التي تخضع فيها الصخور المتلاصقة لقوًى مُتضادّة الاتجاه. وعندما تفوق هذه القوى حدَّ مُقاومةِ الصخر، ينكسرُ الصخرُ على طول مستوى معيَّن ويتشكّل صدع. عند حدوث هذا الكسر، تتحرّك الصخورُ بشكلٍ فُجائيّ وعنيف نظراً لتحرّر التوتّر الذي كانت تخضع له. تولّد هذه الطاقة الزلزالية سلسلةً من الموجات التي تنتشرُ من مركز الزلزال، أو بؤرة الزلزال، وتؤدّي عند بلوغها السطح إلى اهتزاز الأرض، كما تُحدث في بعض الحالات شقوقاً كبيرةً في الأرض.

هناك عدة مقاييس تُستعمَل لقياس شدّة، أو قوّة، الزلازل. يَقيس مقياس ريختر، مثلاً، حركة الأرض وفقاً لدرجات تتراوح بين 0 و 9؛ وهو مقياس لوغاريتمي (أي أُسّي) يشير فيه كل رقم الى قوّة تفوق بعشرة أضعاف القوّة التي يشير إليها الرقم السابق. وتبلغ أقصى قوّةٍ سُجِّلت على مقياس ريختر 8.9 درجات.

يختلف مقياس مركالي عن مقياس ريختر في أنه يقيس قوّة الزلزال من I (لا يشعر به الإنسان) الى XII (الدمار الشامل)، وفقاً للأضرار التي تنتج عنه.



مقياس مركالي:

I ـ تكشفه مرسمات الزلازل والأشخاص الحسّاسون جداً.

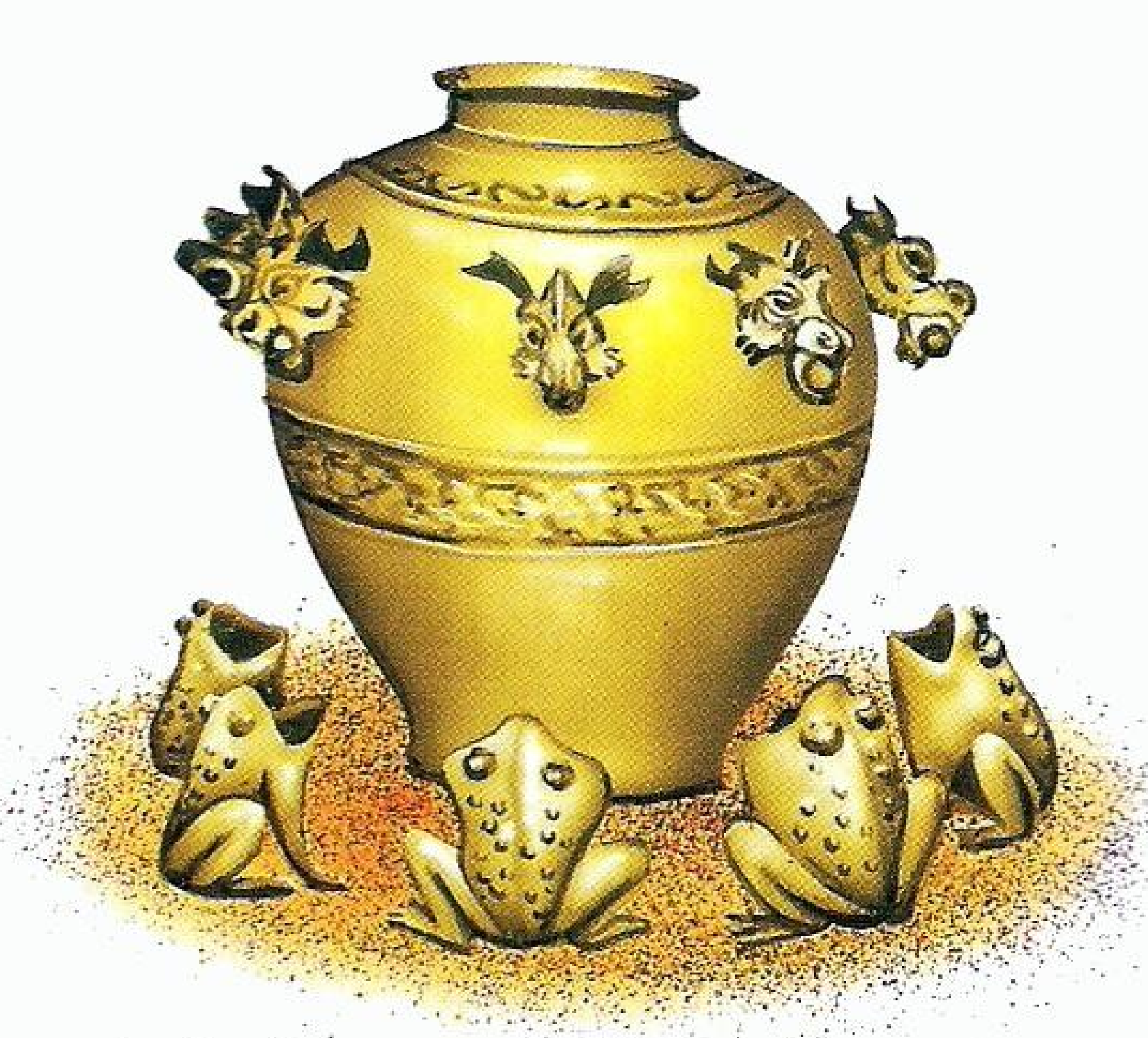
II ـ تتحرّك المباني العالية بشكل طفيف.

III ـ اهتزازات شبيهة بمرور شاحنة.

IV ـ تهتزّ الأطباق والنوافذ....

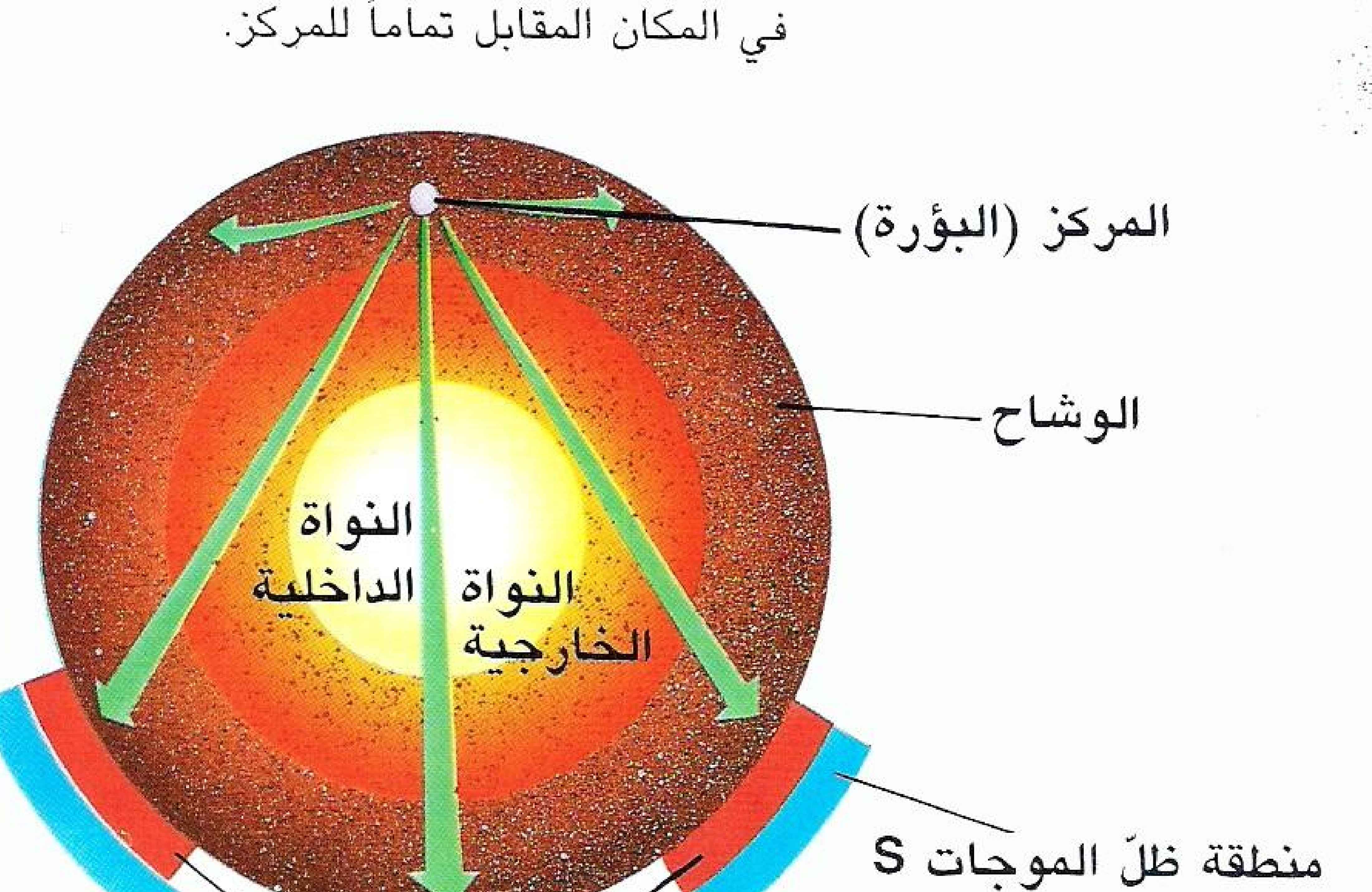
V ـ يتكسر زجاج النوافذ وتتحرّك الأشجار والعواميد.

VI ـ يحسّ به الجميع؛ تتساقط أوراق الشجر.



اخترع الصينيون القدامى مرسمة زلازل خاصة جداً كانت تسمح لهم بتحديد الاتجاه الذي حصل فيه الزلزال. وتشير الكرة الساقطة إلى اتجاه مركز (= بؤرة الزلزال.

تمتصّ نواة الأرض الموجات الزلزالية الابتدائية والثانوية وتغيّر اتجاهها، مشكِّلةً «مناطق ظلّ» لا تصل إليها الموجات، وتقع بالنسبة إلى الأرض في المكان المقابل تماماً للمركز.



VII ـ يغادر الناس منازلهم وتتضرّر المباني السيئة الإنشاء.
VIII ـ أضرار طفيفة في المباني الجيّدة الإنشاء.
IX ـ تتحطّم الأنابيب تحت الأرض؛ تظهر شقوق في الأرض.
X ـ تتموّج وتنثني خطوط السكّة الحديدية.
XI ـ تنهار الجسور.
XII ـ تنهار المباني وتتدمر بشكل كامل.

الزلازل الكبيرة

من الصعب جداً تشكيلُ فكرةٍ عن ضخامة القوّة والطاقة التي تُطلقها الزلازلُ الكبيرة. ويُمكن لهذا النوع من الزلازل، إذا ما وقع قرب مناطِقَ آهلةٍ بالسُكان، أن يُحدث كوارثَ حقيقية تحصِدُ آلاف القتلى وتدمّر مُدناً بكاملها. وفي الكثير من الحالات، يتفاقمُ تأثيرُ الزلزال بفِعل ظواهرَ أخرى مثل انزلاقات التُربة، والتغيّرات في مُستوى الأرض والشقوق، والمَيَلان الموضِعيّ لسطح الأرض، إلخ. وتنتج هذه الظواهر عند تبدّدِ الطاقة الناشئة عن اصطدام الألواح المتقاربة، أو انزلاق لوحٍ على آخر، أو الاحتكاك الحاصل على طول الصدوع المحوّلة.

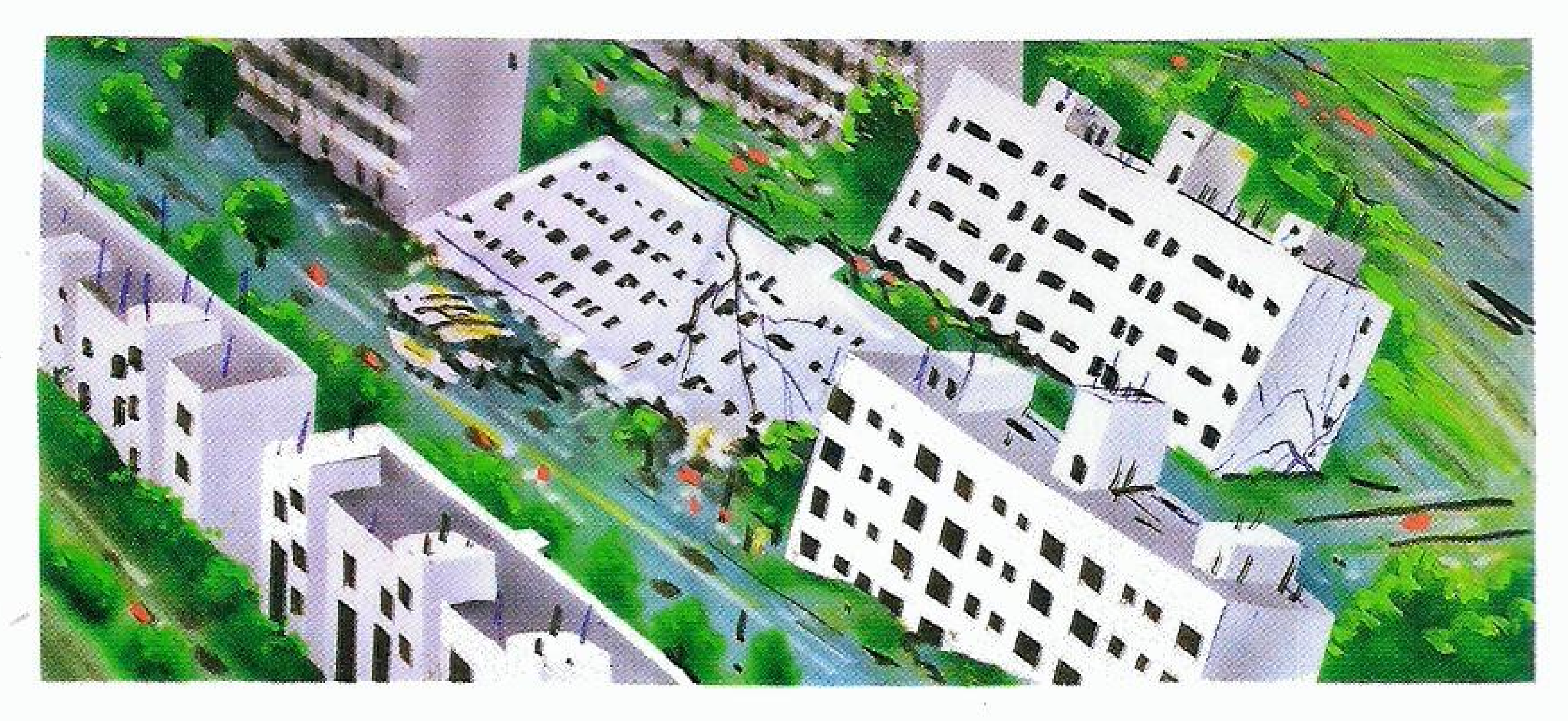
وتشكّل انهيالاتُ الصخور والثلوج حالةً خاصة جداً. فهي تلي موجةً هوائية قويّة تتحرّك بسرعة تتجاوز 300 كلم بالساعة وتخرّب المناطق التي تمر فيها.



تختلف نتائج الزلازل وفقاً لخصائص المنطقة التي تحدث فيها:

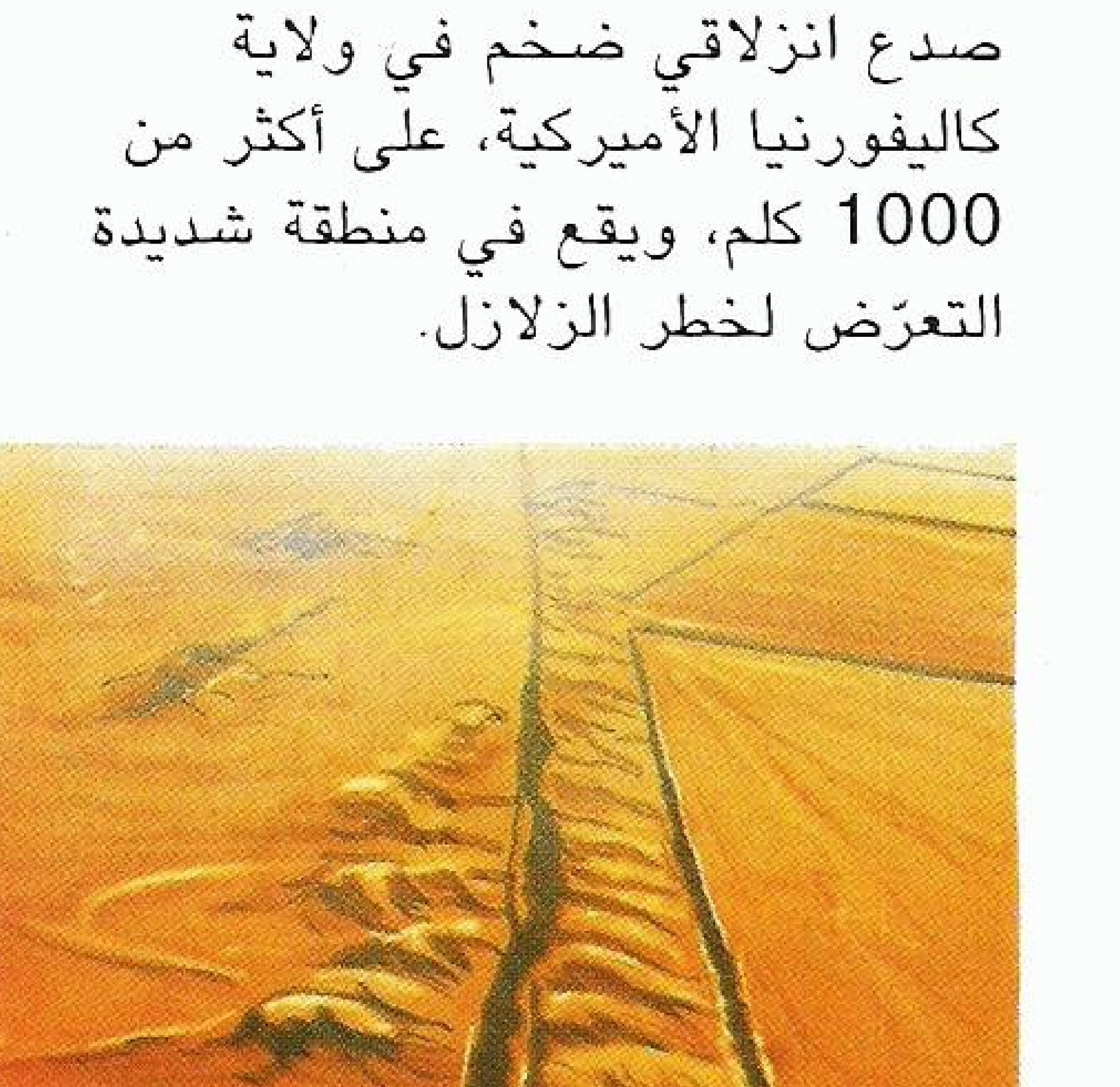
1 شقوق سطحيّة.

2 تشهد الأرض أشدّ الاهتزازات الزلزالية بجوار الصدع وتخفّ قوّة هذه الاهتزازات مع الابتعاد عن الصدع.



إذا ما كان الزلزال قوياً جداً، يمكن للمناطق السكنية الواقعة في الجوار أن تتعرّض للدمار الشامل. علاوة على ذلك، تتفاقم الأضرار عادة بسبب الحرائق التي تولّدها الزلازل في المدن.

يمتد صدع سانت أندرياس، وهو صدع انزلاقي ضخم في ولاية كاليفورنيا الأميركية، على أكثر من 1000 كلم، ويقع في منطقة شديدة التعرّض لخطر الزلازل.



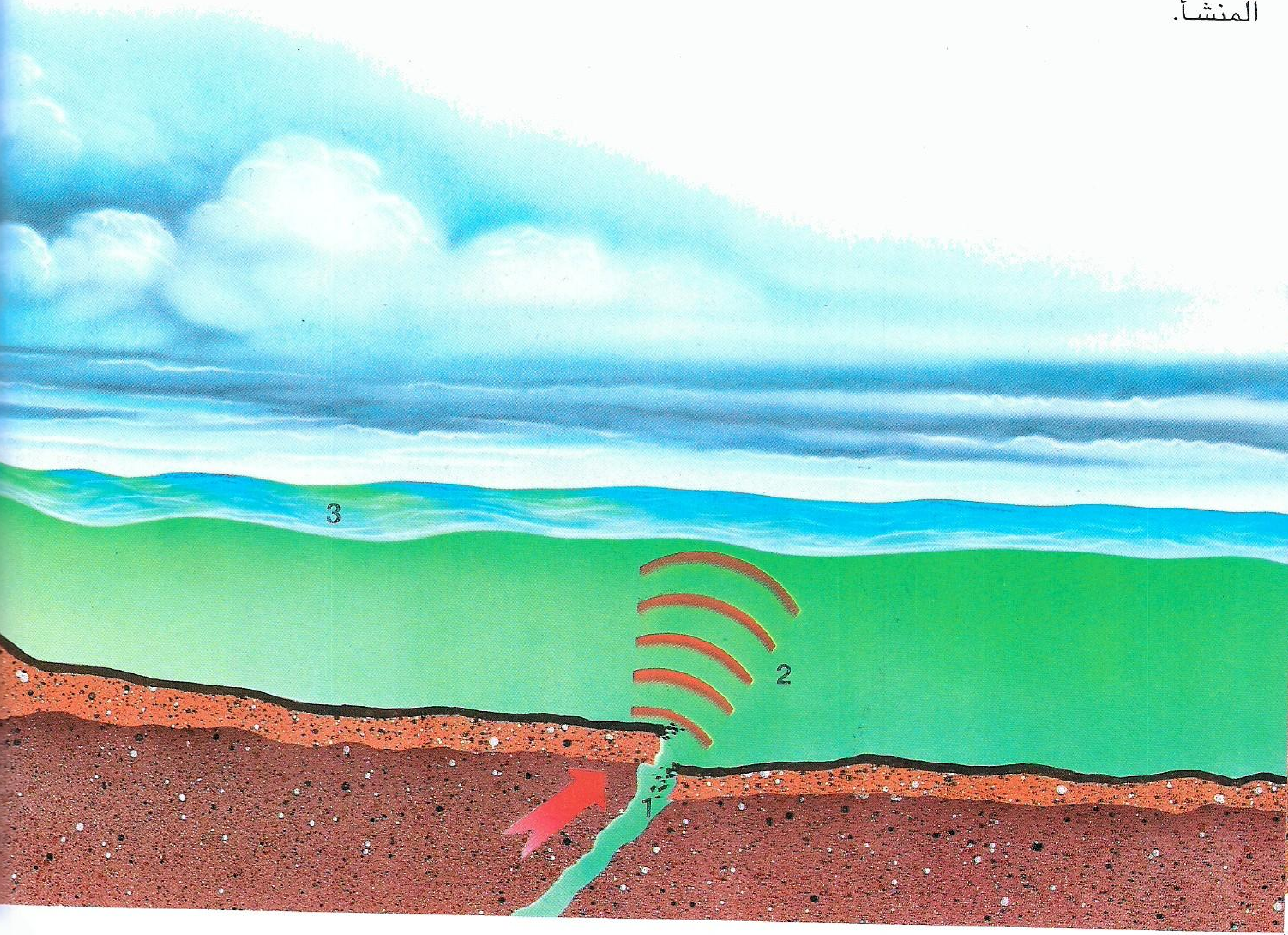
3 في المناطق المتموّجة، يمكن حدوث انزلاقات في التربة وانهيالات شديدة الخطورة.

4 يمكن أن تتعرّض المناطق الساحلية لأمواج بحرية مدمِّرة.

تسونامي: الموجة الزلزالية البحريّة

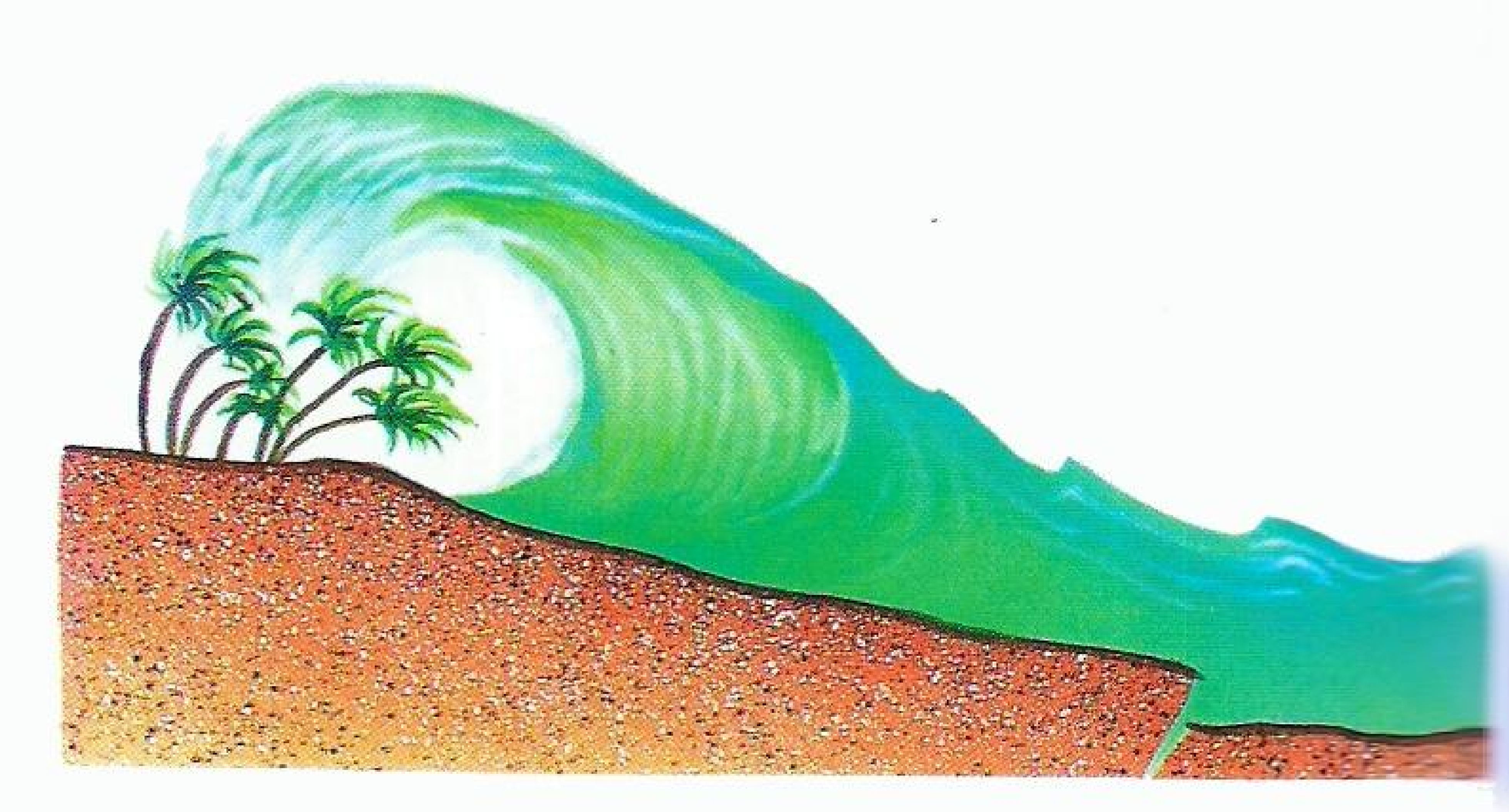
عندما يحدثُ زلزالٌ قويّ أو انفجارٌ بركاني عنيف في قاع البحر، ترتفع كُتلُ المياه من قعر المحيط في حركةٍ عمودية وفُجائية واسعة المدى. وتؤدّي هذه الحركة الصاعدة إلى إحداث حركةٍ تموّجيّة على سطح البحر تكاد لا تعلو عن المتر الواحد في عُرض البحر، لكنها تنتشر بسرعةٍ كبيرة على السطح حتى تبلغ الساحل، حيث تتحوّلُ الى أمواجٍ مدمِّرةٍ قاتلة تعرَف باسم تسونامي. فالتسونامي هي، إذن، أمواجٌ بحريةٌ زلزاليةُ المنشأ.

تتقدّم هذه الأمواج بسرعة كبيرة (قد تتجاوز 600 كلم بالساعة) وَفقاً لحركةٍ تموّجيّة، أو عندما تقتربُ من الشاطىء يزداد ارتفاعُها وتشكّلُ جُدراناً مائيةً هائلة تعلو عدة أمتار فوق سطح البحر. ويمكن لهذه الأمواجِ أن تتجاوزَ في ارتفاعها 30 متراً! يظهر السواد الأعظم من أمواج التسوماني في المحيط الهادىء، لكن بعضها قد حدث أيضاً في المحيط الأطلسي.

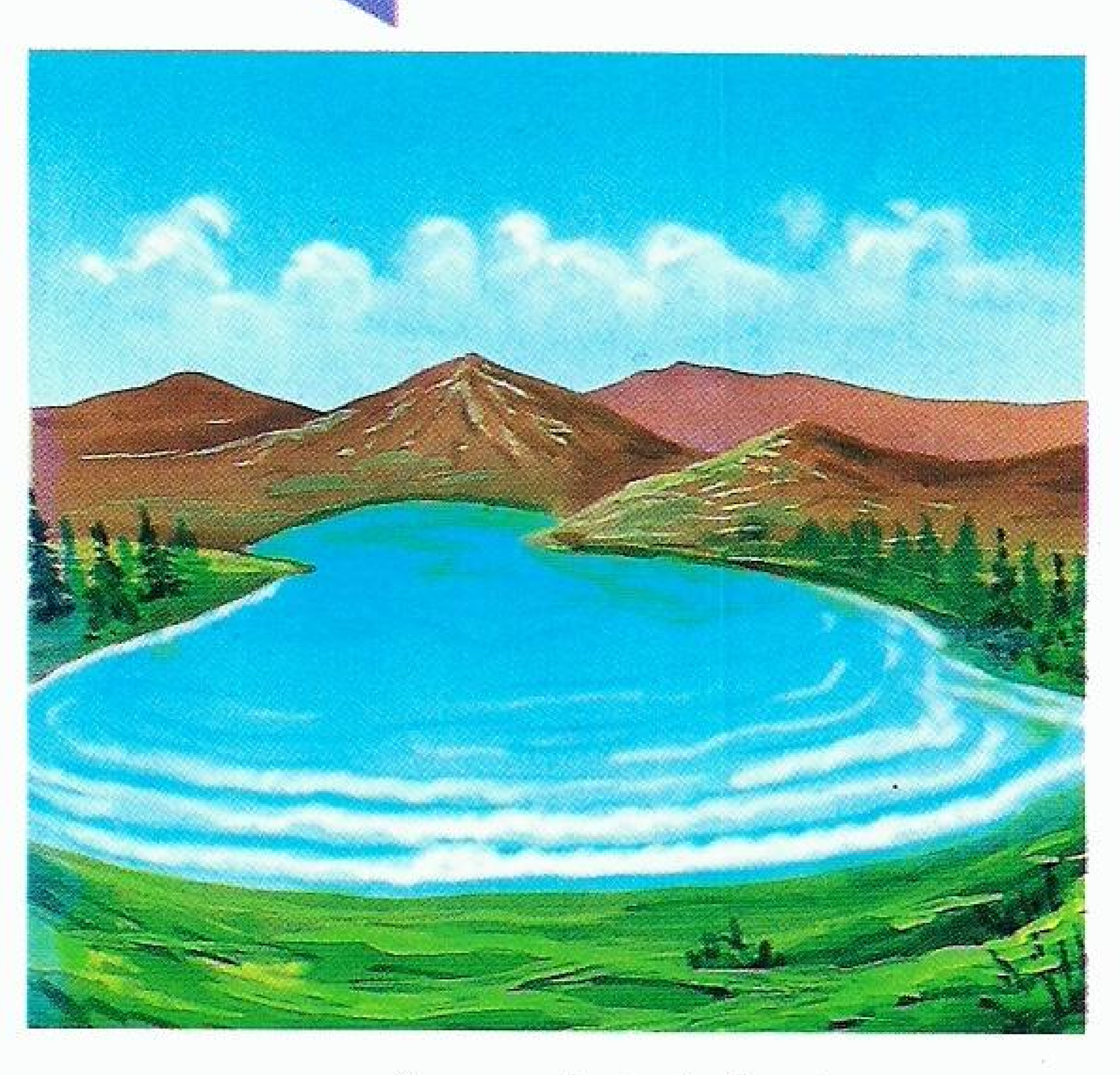


تتسبّب أمواج التسونامي بكوارث مدمِّرة في المدن الساحلية. وتحصد هذه الأمواج في بعض الحالات عدداً من الأرواح أكبر مما تحصده بقية الظواهر الناجمة عن الزلازل أو البراكين.

1 يتسبّب الزلزال تحت المائي أو الانفجار البركاني بارتفاع كتلة مائية ضخمة بشكل عمودي.



يمكن أن تقطع موجة التسونامي أكثر من 800 كلم في المحيط قبل أن تصل إلى الشاطىء وتشكّل الأمواج المدمِّرة. وتتراوح الفترة الفاصلة بين موجتين من دقيقة واحدة إلى ساعة كاملة.



يمكن لموجات الزلازل البعيدة أن تتسبب بظهور أمواج في مياه البحيرات والأحواض والبرك تؤدّي إلى زيادة تموّجات مستوى الماء.

2 تنتقل حركة تموّجيّة باتجاه السطح.

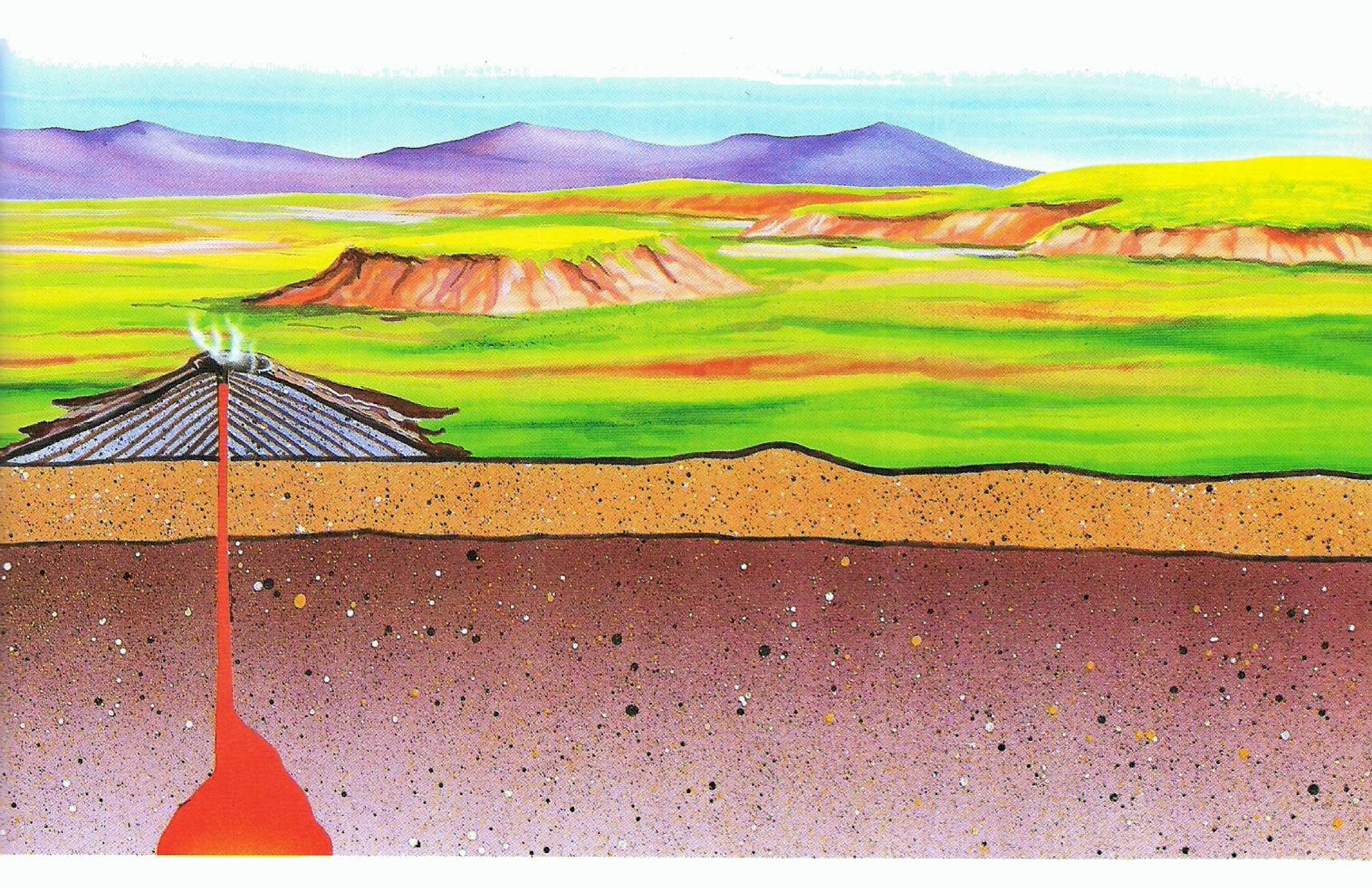
3 تتحرّك الأمواج على السطح بسرعات عالية.

4 عند اقتراب الأمواج من الشاطىء وانخفاض عمق الماء، تنخفض سرعة الأمواج لكنها ترتفع ويزيد حجمها.

تكوّن البركان

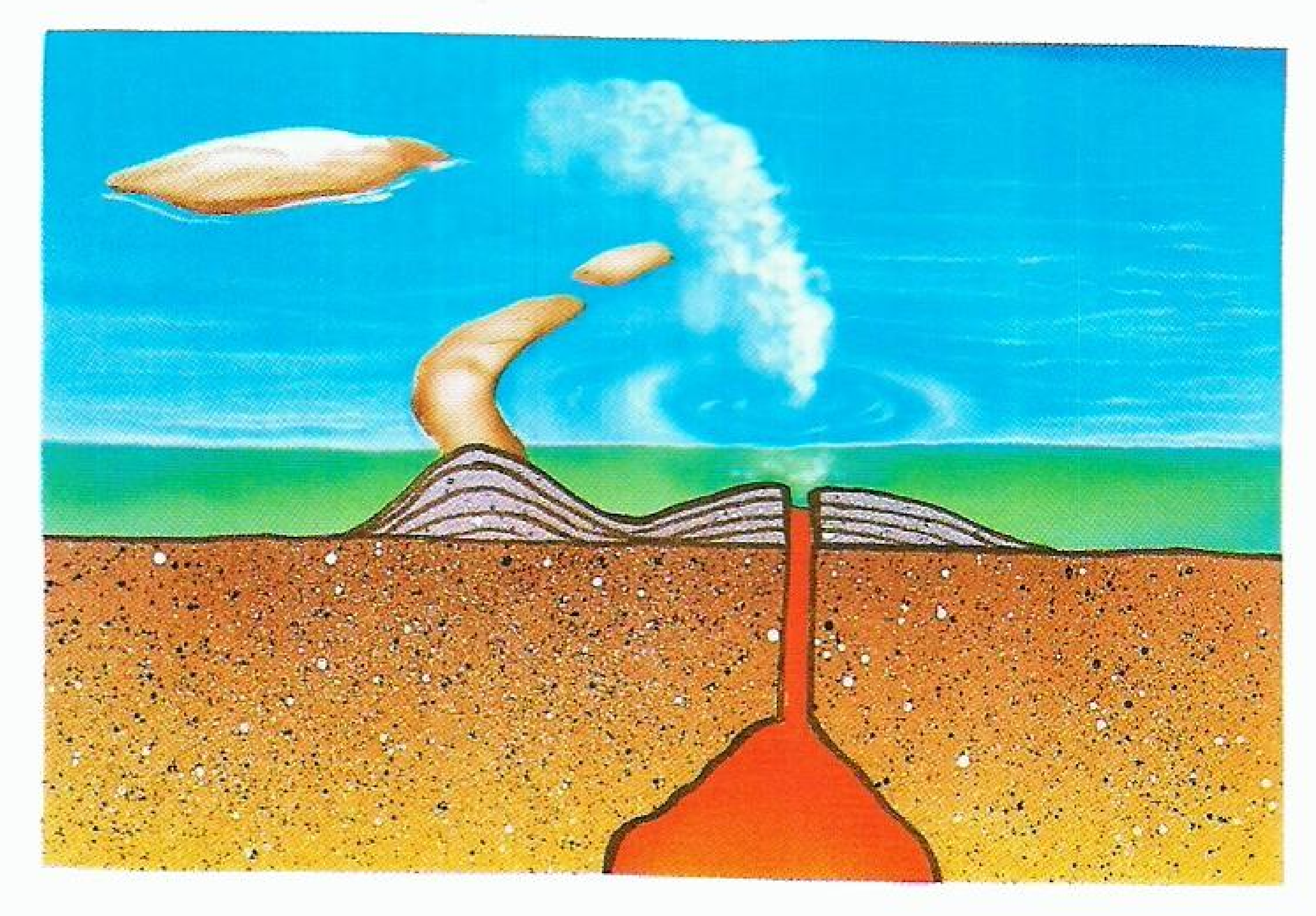
ما هو البركان؟ البركان «جبلٌ من نار» تخرج منه مادةٌ تَصدُر من باطن الأرض. وكان الناس في العصور القديمة يعتقدون أنّ البراكينَ مَساكِنُ للآلهة، لكننا نعلم اليوم أن البراكين تَشقُّ عادةً منفذاً لها في المناطق الضعيفة من القشرة الأرضية (الأديم). وعلى غرار الزلازل، تحدث أكثريّةُ الثورانات البركانية في مناطقِ التقاء الألواح التكتونية المختلفة التي تؤلّف قشرة الأرض. في البراكين، تشقّ الصخورُ المصهورةُ في باطن الأرض (الصُهارة) والغازاتُ الساخنةُ طريقَها عبر الحُفَرِ والشقوقِ لتجدَ لها منفذاً على السطح.

تتشكّل الصُهارة التي تقذفها البراكين في منطقة واقعة على عُمق يتراوح بين 100 و 320 كلم تقريباً تحت سطح الأرض. وتتعرّض الصخور في تلك المنطقة لدرجات حرارة شديدةِ الارتفاع قريبةٍ من درجة انصهار المادة الصخرية!



ينتج النشاط البركاني عن ارتفاع الصهارة إلى السطح. في البراكين، تَصِل شبكة من الأنابيب، تمتد حتى عمق 60 كلم، الصُهارة السائلة بسطح الأرض.

1 **يتشكّل المخروط المركَّب من طبقات متناوبة من الحمم (اللابة) ومن الرماد والجُفاء (خَبَث البراكين).**



تتميّز ثورانات البراكين تحت المائية بعنفها، إذ أن الصهارة تنفجر بفعل ابترادها السريع عند تعرّضها للمياه الباردة. وإذا ما ظهر مخروط البركان فوق سطح البحر، تضربه الأمواج فتفتته وتشتت المواد التي تكوّنه.



في النوافِث السوداء، يخرج الماء الشديد السخونة بفعل الضغط من مداخن صغيرة مكوَّنة من مواد كبريتية معدنية.

2 يتدعّم المخروط بطبقات من الحمم المتصلّبة.

3 تتسع عادة فوهة البركان المركزية عندما تعود الصهارة التي كانت تحويها جدران الفوهة إلى داخل العنق (الفجوة الأنبوبية).

4 تشكّل الصهارة التي تتفرّع جانبياً فوهات جديدة وقبباً وسيولاً من لابة (الحمم) الشقوق.

البراكين الهامدة

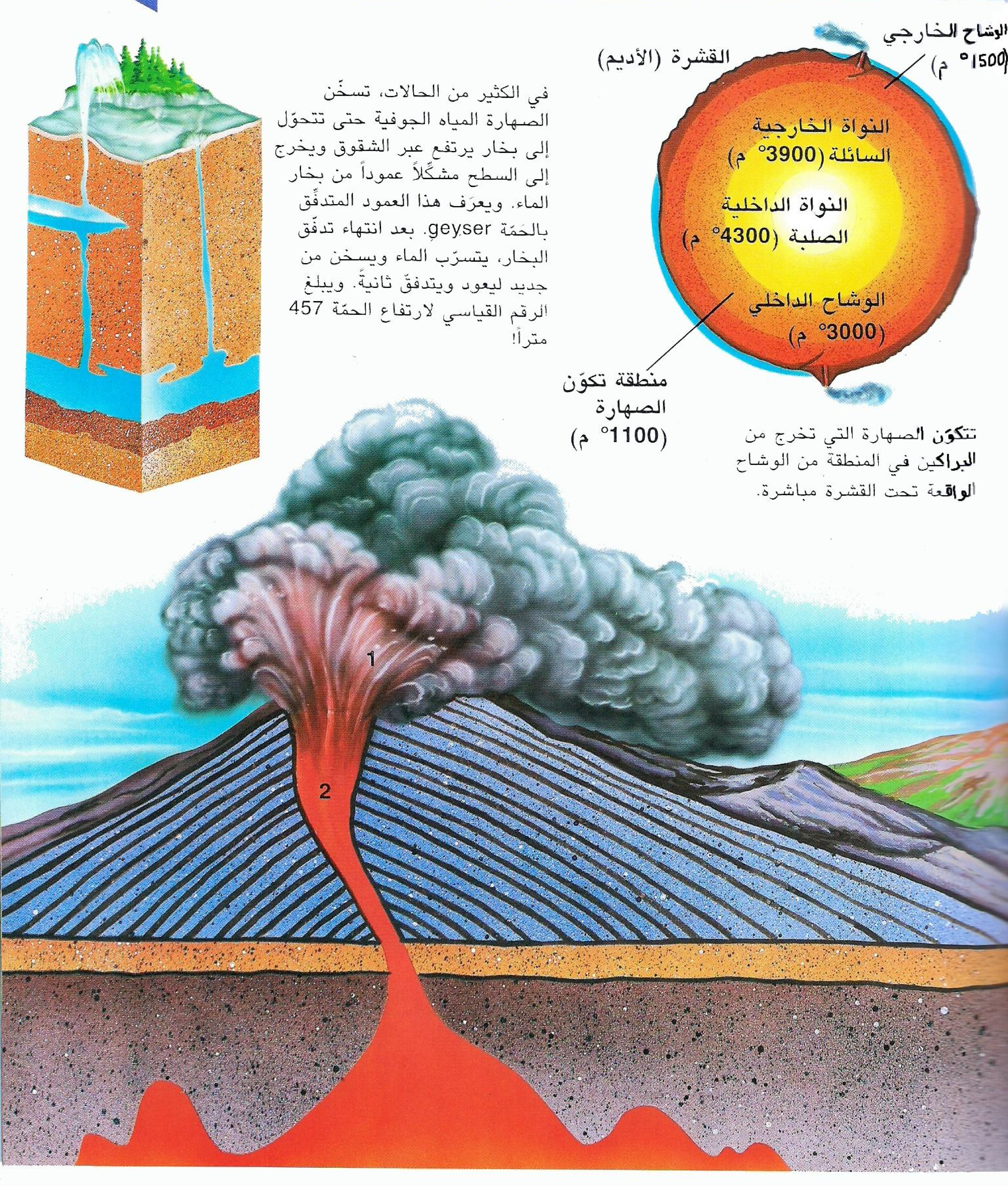
لا تبقى البراكينُ في ثَوَرانٍ دائم، بل هُناك براكينُ خامدة (براكين لن تعود إلى الثوران من جديد) وبراكينُ كامنة أو «هامدة». وفي الحالة الأخيرة، تسدُّ كتلةٌ صُلبةٌ من اللابة منفَذَ البركان فلا يظهرُ أيّ تغييرٍ في الخارج بينما تتراكمُ الغازاتُ الحارّةُ تحت السِدادة على مدى مئات السنين. ويتزايدُ ضغط الغازات داخل البركان حتى يؤدّي في النهاية إلى انفجار قمّة البركان وحدوث ثوران بركاني عنيف يباغت سُكّان المنطقة.

لا تتوزّعُ البراكينُ بشكلٍ عشوائي على سطح الأرض، بل تكثُر في المناطق المعروفة «بالنِقاط الساخنة»، الواقعة فوق مناطق الاندساس مباشرةً وعلى طول سلاسل الجبال المحيطيّة. وتتوزّع أهم مناطق الزلازل في العالم وفقاً للنمط نفسه.



قد تمرّ عصور عديدة دون أن يظهر في الجزء الخارجي من البركان أي دلالة على وجود نشاط بركاني. وقد تغطّي الثلوج قمّة البركان وتنتشر الأشجار فوق سفوحه... ولا يشير أي شيء إلى إمكان حدوث ثوران بركاني... لكن القمّة قد تنفجر فجأة ويثور البركان.

في الكثير من الحالات، تسخّن الصهارة المياه الجوفية حتى تتحوّل إلى بخار يرتفع عبر الشقوق ويخرج إلى السطح مشكّلاً عموداً من بخار الماء. ويعرَف هذا العمود المتدفّق بالحَمّة geyser. بعد انتهاء تدفّق البخار، يتسرّب الماء ويسخن من جديد ليعود ويتدفّق ثانيةً. ويبلغ الرقم القياسي لارتفاع الحمّة 457 متراً!



تتكوّن الصهارة التي تخرج من البراكين في المنطقة من الوشاح الواقعة تحت القشرة مباشرة.

1 تغطي فوهةَ البركان سدادةٌ، تبدو «دائمة» في الظاهر، تتألف من طفح متصلّب أو من فتات أو ركام بركاني.

2 داخل البركان، تتراكم الغازات شيئاً فشيئاً في الحجرة الصهاريّة

ويتزايد الضغط إلى أن يؤدّي أي تغيير بسيط إلى حدوث انفجار.

ثوران البركان

هل تعلمُ أنّ هناكَ عوامل عديدة تؤثر في الطريقة التي يثور بها البركان؟

تختلف البراكين بطرق ثَورانها، ويتوقّف عنف الثوران على محتوى الصُهارة من الماء والسليكا. فالماء يؤثّر في قوّة البخار الانفجاريّة بينما تحدّد السليكا درجة لزوجة الصهارة.

إلى جانب ذلك، يمكن أن يتغيَّر نمط ثَورانِ البُركان مع الزمن. فعلى سبيل المثال، يقذف الكثيرُ من البراكين الحديثة التكوين لابة سائلة القِوام، ومع الوقت تصبح ثورانات هذه البراكين من النوع الانفجاري. ويبدو الأمر كما لو أن البراكينَ القديمةَ ترغب في الظهور بفخامة وأُبّهة!

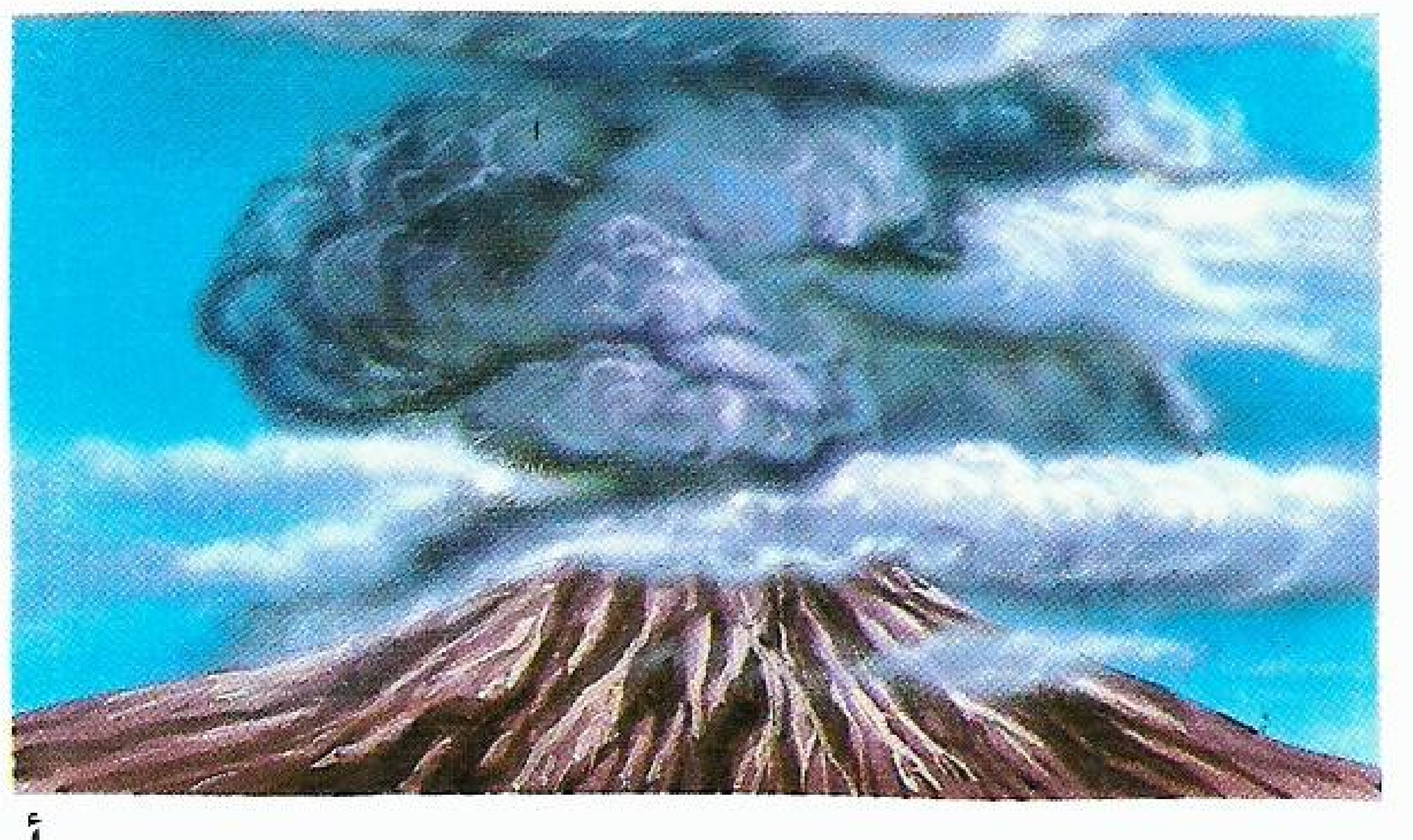
ويؤثّر أيضاً شكلُ عنق البركان (الفجوة الأنبوبية) وحجمَه في ثوران البركان. فعندما يكونُ العنقُ طويلاً جداً، تُقذَف الغازاتُ بسرعات كبيرة وترتفع عالياً في الجو.

بعد بدء ثوران البركان، تستمر العملية بفضل نوع من التفاعُلِ المسلسَل حتى بلوغ مستويات منخفضة في الحجرة الصُهارية، حيث الغازات أقلّ واللزوجة أكبر.

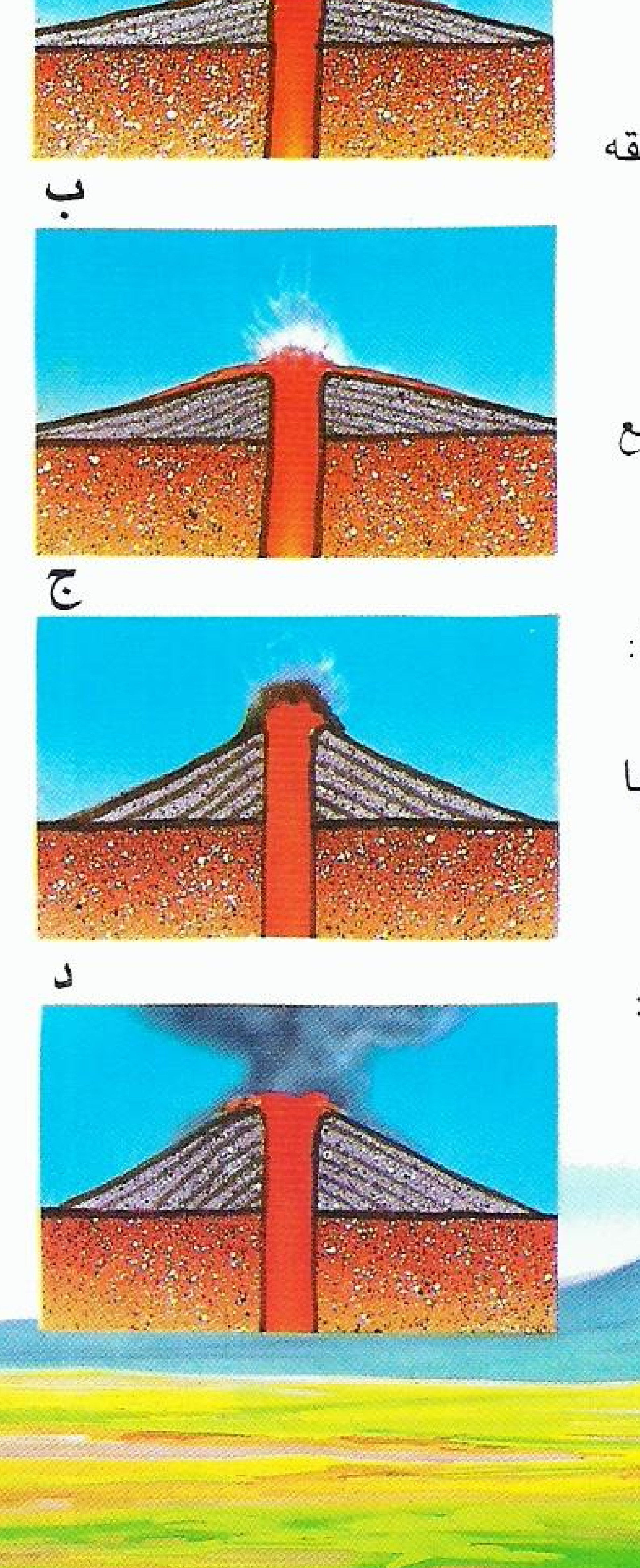


عند ثوران البركان، تخرج الصُهارة إلى السطح عبر مجرى عمودي، لكن في بعض الحالات تظهر أيضاً مجاري لابة جانبية.

1 عندما تبدأ الصهارة بالارتفاع، يمكن للغازات (بخار ماء، ثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، هيدروجين، كلور) أن تنفصل عن المادة الصخرية السائلة وترتفع إلى أعلى منها.



تطلِق الانفجارات البركانية كمية هائلة من الطاقة. تفوق كمية الطاقة التي أطلقها انفجار جبل سانت هيلين (ولاية واشنطن، 1980) بحوالي 12000 مرة طاقة القنبلة الذرية التي القيَت على هيروشيما، وقد أوقعت جميع الأشجار الموجودة في منطقة تصل مساحتها إلى 600 كلم^2.



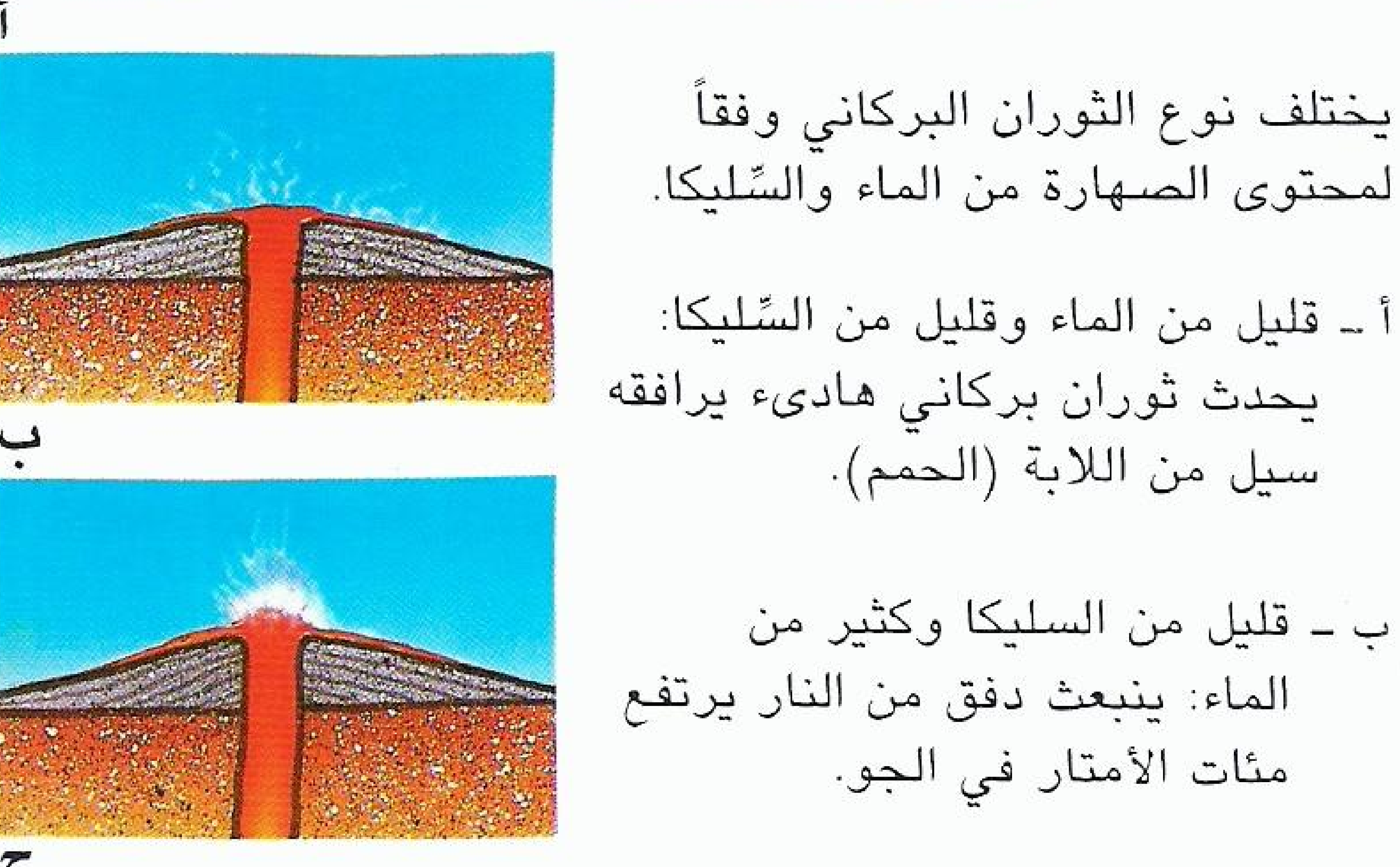
يختلف نوع الثوران البركاني وفقاً لمحتوى الصهارة من الماء والسِّليكا.

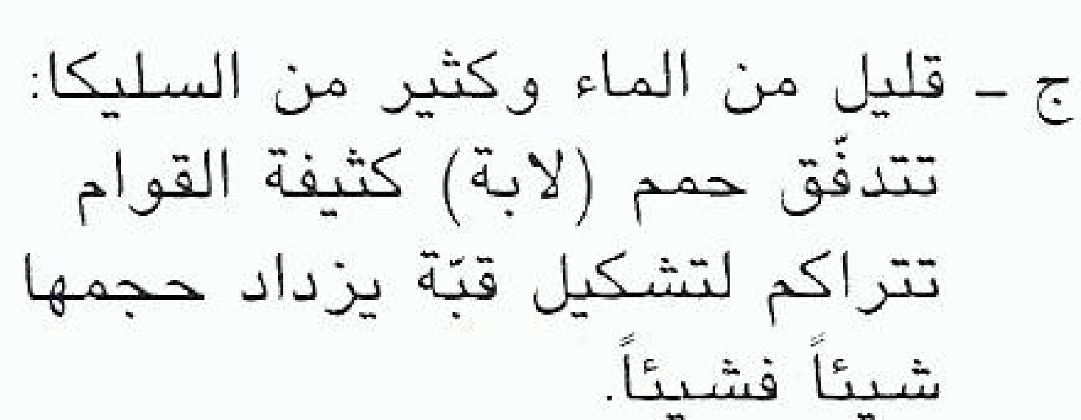
أ ـ قليل من الماء وقليل من السِّليكا: يحدث ثوران بركاني هادىء يرافقه سيل من اللابة (الحمم).

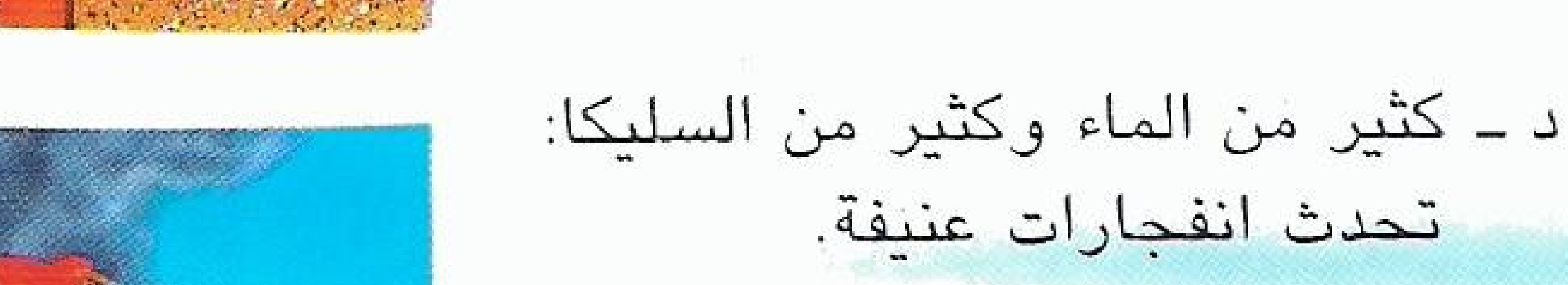
ب ـ قليل من السليكا وكثير من الماء: ينبعث دفق من النار يرتفع مئات الأمتار في الجو.

ج ـ قليل من الماء وكثير من السليكا: تتدفّق حمم (لابة) كثيفة القوام تتراكم لتشكيل قبّة يزداد حجمها شيئاً فشيئاً.

د ـ كثير من الماء وكثير من السليكا: تحدث انفجارات عنيفة.







2 يتراكم الضغط تحت كتلة اللابة التي تسدّ المنفذ.

3 كلما كان الضغط المتراكم في البركان مرتفعاً كان الثوران قويا وعنيفاً.

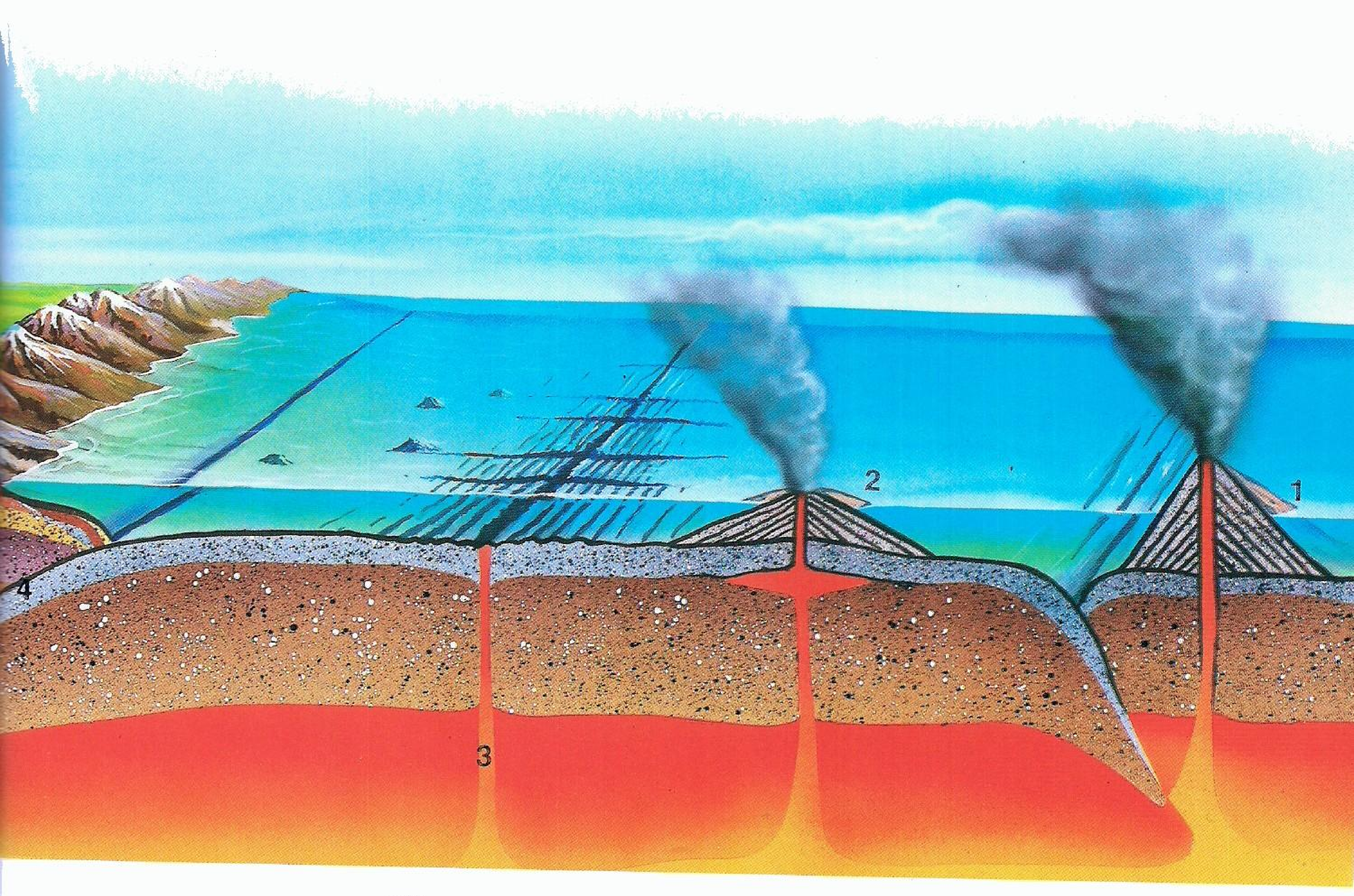
4 إذا ما قُذِفَت السدادة إلى الخارج، تندفع الغازات والسوائل بقوة وتتمدّد على شكل انفجار.

أنواع البراكين

يُعتبر تصنيفُ البراكين أمراً شاقاً وعسيراً. فكل بركانٍ يُمكن أن يثورَ بعدةِ طُرقٍ مختلفة حتى إنّه يُمكن أن يغيّر طريقة ثورانه في المرّة الواحدة. وهناك ثلاثُ فئاتٍ رئيسية من البراكين الثائرة: البراكين الانفجاريّة والبراكين الهادئة والبراكين المتوسطة النوع.

البراكينُ الانفجاريةُ هي التي تستيقظُ بعنفٍ وبشكلٍ مفاجيء وتشكّلُ عادةً مخروطاً شديد التحدُّر من الرماد البركاني. تخرجُ الغازات الحارّةُ إلى السطح عبر فُتحةٍ في قمّة البركان تُعرَف بالهوة. ويندفعُ الرمادُ الحارّ والجَمرُ في الجوّ وتُقذَف قِطَعٌ من الصخر المصهور (اللابة) إلى مسافات بعيدة. من جهة أخرى، تسيل اللابة في البراكينِ الهادئةِ بشكلٍ متدفّق وهادىء عبر الشُقوق والثقوب.

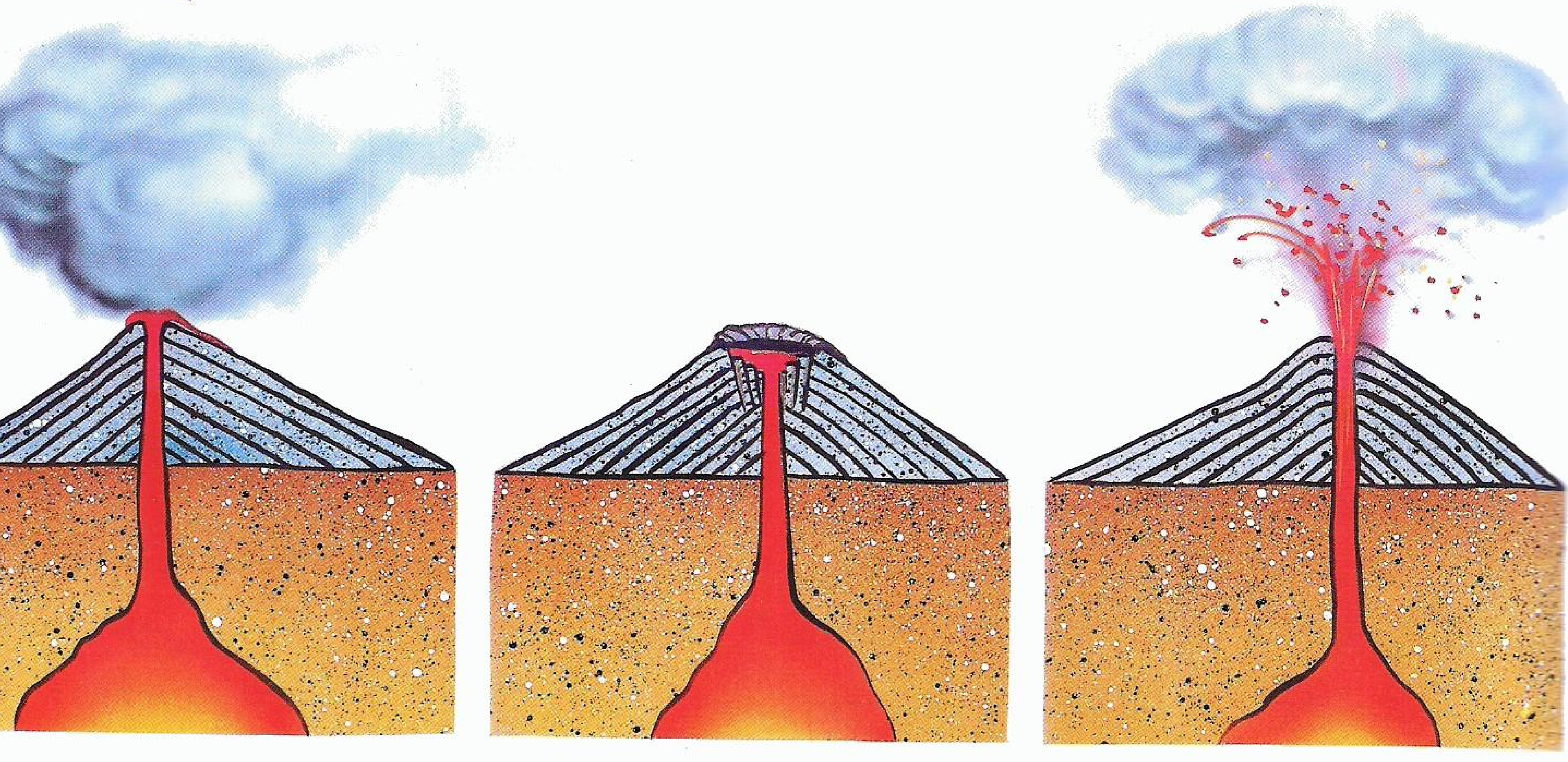
ونجد أيضاً العديدَ من الحالات المتوسّطة في البراكين التي تناوِب مراحِلَ تُطلَق فيها اللاّبة بهدوء وانسياب ومراحلَ يُقذَف فيها الرماد والغازاتُ بعنف، ما يؤدّي إلى تشكّل مخاريطَ تتناوب فيها طبقاتُ اللابةِ وطبقاتُ الرماد.



1 سلاسل جبلية بركانية تشكّل جزراً أو أرخبيلات (مجموعات جزر).

2 براكين ذات بؤرة حرارية ناتجة عن ارتفاع مواد مرتفعة الحرارة.

3 في سلاسل الجبال وسط المحيط، ترتفع الصُهارة عبر شبكة من الشقوق تحت البحرية.



أنواع البراكين:
أ ـ بركان انفجاري.

ب ـ بركان هادىء (يعرَف أيضاً بالثوران الانبجاسي أو الهاوايي)

ج ـ بركان من النوع المتوسِّط.

4 في مناطق الاندساس ينزلق اللوح المحيطي تحت اللوح القاري وتتشكّل سلاسلُ من الجبال البركانية.

5 في سيول البازلت التشقّقيه القاريّة تجري الصهارة عبر حقول من الشقوق تمتد بطول مئات الكيلومترات.

6 في براكين الصدع القاري ينقسم لوح قاري إلى جزءين وتخرج الصهارة من الصدوع.

أنهار الحمم

يمكنُ للبراكينِ أن تقذفَ الصُهارة على شكل قذائفَ بركانية ورَماد بركانيّ. إلا أنّ القسمَ الأكبر من الصُهارة يخرج على شكل لابة (حمم) سائلة تتجمّد فيما بعد وتكوّن صخوراً بركانية. يعتبَر البازلت أكثرَ الصُخور البركانية وَفرة على سطح الأرض وهو يظهر في مناطقَ عديدةٍ من قاع المحيط حيث تتصلّب اللابة بسرعة عند التقائها بمياه البحر. وتغطّي أيضاً طبقةٌ سميكةٌ من البازلت القسمَ الأكبرَ من القارّات وتصلُ سماكة البازلت في بعض المناطق إلى عدّة كيلومترات.

تجري اللابة (الحمم) في البراكين الهادئة بهدوء وانسيابٍ عبر الشقوق، فيلفظ البركانُ سُيولاً أو مجاريَ كبيرة من اللابة السائلة دون حدوث أي انفجاراتٍ مدمِّرة. وعندما تكون اللابة شديدة اللزوجة، تتجمّد بسرعة وقد تتراكم على شكل أكداسٍ شبيهة بالأبراج. أما إذا كانت اللابة أكثر سيولة، فيتشكّل مخروطٌ واسعٌ عريضٌ له جُدرانٌ قليلةُ التحدّر. وكلّما زادت سُيولة اللاّبة، كبرت المسافة التي تستطيع قطعَها قبل أن تتجمّد ويمكن لسيول اللابة أن تجري كيلومترات كثيرة دون أن يتمكن أي شيء في إيقافها!

تتوقّف سرعة جريان نهر الحمم على خصائص الأرض ودرجة سيولة اللابة.

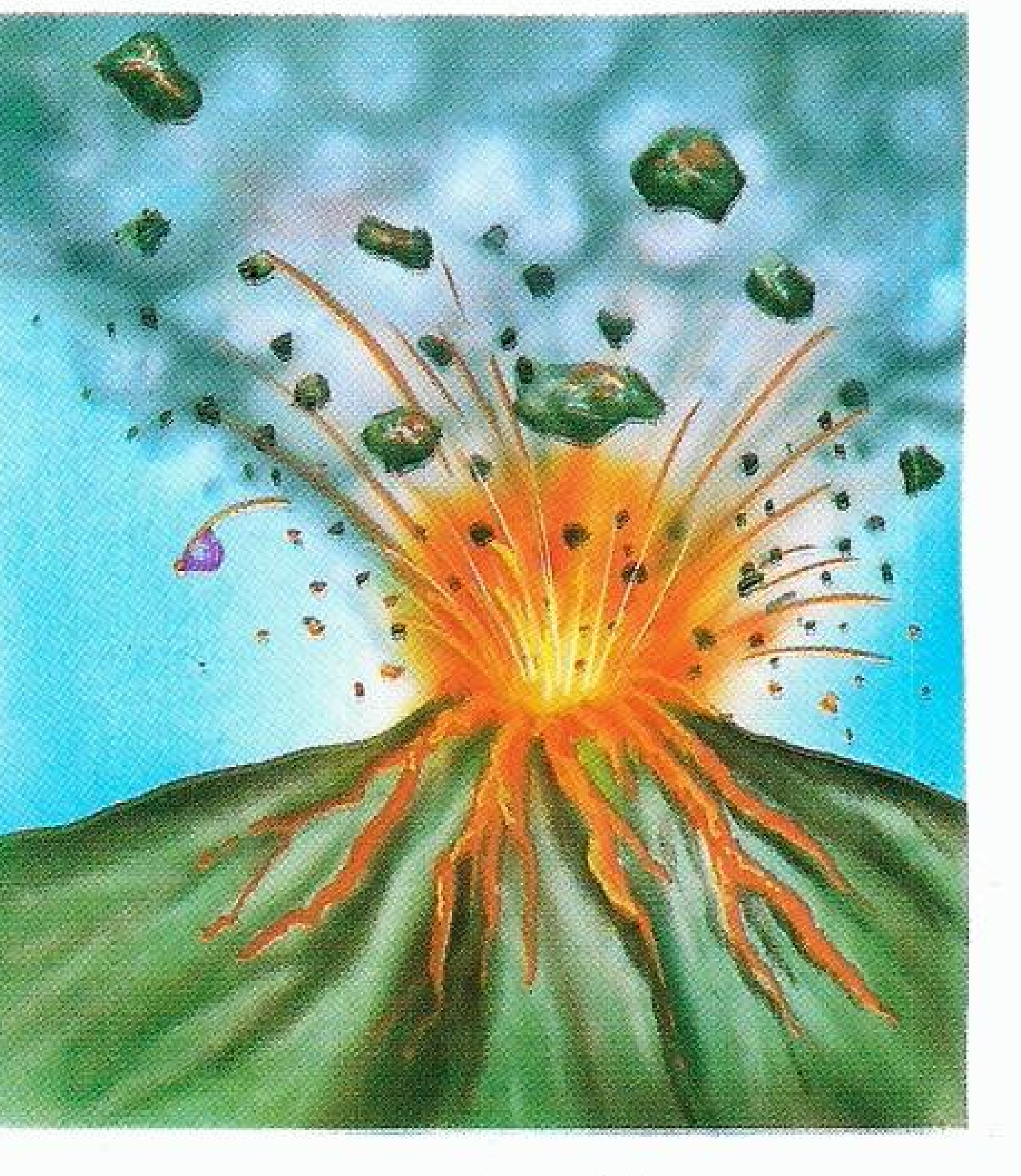
1 يمكن لبعض سيول الحمم أن تجري مسافة 200 كلم، حتى وإن كانت تسيل فوق أرض قليلة التحدّر.

2 تبلغ درجات حرارة اللابة 1100-1200° م تقريباً، ما يشعل النار في كل ما يطاله السيل.



عندما تبرد الصهارة البازلتية، يمكن أن تنقبض وتتكسّر فتشكّل أعمدة مسدَّسة الشكل مدهشةً للنظر تبدو وكأنها دعامات اصطناعيّة.

طريق المارد مكان فريد جداً يتكوّن من أعمدة بازلتية مسدَّسة الشكل، ترتفع حتى 6 أمتار ويبلغ قطرها 45 سنتيمتراً.



تقذف بعض الانفجارات البركانية كميات هائلة من الرماد البركاني والقذائف البركانية.

3 بعد توقّف ثوران البركان، تهيمن قشرة سوداء من اللابة المتجمّدة على الطبيعة المحيطة؛ إلاّ أن اللاّبة قد تستمر في الجريان بصورة متقطّعة تحت هذه القشرة في ما يعرَف بـ «قنوات اللابة».

السحب الحارقة الرهيبة

عندما يدخل بركانٌ في ثَوَرانٍ من النوع الانفجاري، يخرج من الفوّهة مزيجٌ معلَّقٌ من المواد الصُلبة والسائلة والغازيّة تتألّف من جُسَيمات من اللابة الزجاجية والبلّور وغازات تتراوح درجات حرارتها بين 200° م و 900° م تقريباً. تنتشرُ هذه السحابةُ بسرعة، كاسحةً سُفوح البركان في تدفُّقاتٍ تتجاوز سرعاتها 250 كلم بالساعة. وتعرَف هذه الظاهرة بـ «السحابة الحارقة». عندما يتّجه الانفجار نحو الأعلى، يُمكن للسحابةِ أن تصلَ إلى ارتفاعٍ يتجاوز 10 كلم، ثم تهبطُ بعد ذلك في جميع الاتجاهات.

غير أن الانفجارَ يُدمّرُ في بعض الحالات جزءاً فقط من فوهة البركان، ما يدفعُ بالسحابةِ جانبياً في اتجاهٍ واحد.

ويجب ألاّ ننسى أيضاً أن موجةً مخيفةً من الغازات تسبِقُ السحابةَ منتشرةً بسرعات كبيرة فتدمّرُ وتَحرقُ كلَّ ما يعترض سبيلَها. ويحصِدُ هذا النوعُ من السُحُب عدداً كبيراً من الأرواح!



تتألف السحب الحارقة من رماد وغازات بركانية تندفع نزولاً على سفح البركان. عند انفجار جبل بيليه Pelée تشكّلت سحابة حارقة خانقة تسبّبت بمقتل 30000 شخص كانوا يقطنون في المدينة المجاورة للبركان. ولم يبقَ سوى شخصين اثنين على قيد الحياة!



تترسّب المعادن الثقيلة الوزن (أ) في قاع الحجرة الصهارية، بينما ترتفع المواد الأخف وزناً (ب)، مثل الكوارتز (المرَو)، إلى سقف الحجرة.

تحدث السحابة الحارقة بفعل تدفّق جانبي من المادة البركانية ناتج عن وجود سدادة من اللابة المتجمّدة تغلق المنفذ الرئيسي.

1 تُسحَق الصهارة داخل الفوّهة بفعل تمدّد الغازات.

2 يتشكّل مزيج معلّق من الغازات والبلّورات وجسيمات اللابة يمكن أن يصعد الى ارتفاع كبير.

3 تكتسح السحابة الحارقة سفح البركان بسرعة قد تصل إلى 250 كلم بالساعة.

الجزر البركانية

للعديد من الجُزر أصلٌ بركاني: إنها براكين ارتفعت فوق قاع البحر مع خروج الصخور الحارّة من القاع، على طول شقٍّ في القشرة ناتجٍ عن ابتعاد لوح عن آخر.

وتتكوّن جزرٌ بركانية أخرى حيث يتراكبُ لوحٌ فوق لوحٍ آخر: تنزلق حافةُ اللوح السفلى في الوشاح حيث تنصهر. ونظراً إلى أن صخرَ القشرة المصهور أخفّ وزناً وأشدُّ حرارةً من صخور الوشاح، يطفو هذا الصخرُ على الوشاح كما تطفو الفلّينة على الماء ويخرج من وقتٍ لآخر عبر قاع المحيط ليكوّنَ جزراً بركانية جديدة غالباً ما تشكّلُ سلاسلَ منحنية من الجزر تعرَف باسم أقواسِ الجزر.

مع مرور الوقت، تُدفَعُ الجزرُ البركانية إلى الأسفل مع ارتفاع مستوى المحيطات أو انخساف قاع البحر. وفي الجزر الواقعةِ في البحار الدافئة الصافية المياه، نَمَت حيواناتٌ مرجانيَّةٌ حول الصخور البركانية وارتفعت بسرعةٍ أثناء انخساف الجزيرة، فشكّلت شِعاباً مَرجانيةً حلقيّةً تعرَف بالأتول.



انفجر بعض البراكين بشكل عنيف جداً بحيث لم يبق سوى بضع قطع من قاعدة الفوهة. في 1883، سُمِع انفجار بركان كراكاتاو (جزيرة واقعة بين جاوا وسومطرة) عن بعد 5000 كلم تقريباً وتسبَّب بمقتل 36000 شخص من جراء إطلاقه طاقة تفوق 7000 مرة القنبلة الذرية التي ألقِيَت على هيروشيما.



لا تتسبّب الثورانات البركانية بتدمير الجزر فقط بل يمكنها أيضاً خلق جزر جديدة. وتبدو إلى اليسار جزيرة حلقية (أتول) بركانية المنشأ.

تكوّنت جزيرة سورتسي في 1963 قرب أيسلندا بفعل ثورانات بركانية على قاع المحيط.

1 انفجرت الجزيرة بكاملها.

2 ارتفع عمود من الصخور والنار إلى علو 80 كلم تقريباً.

3 قذف البركان 20 كلم^3 من الرماد في الجو.

فهرس

بازَلت basalt: طفح أسود اللون ناشيء عن الصهارة البازلتية المكوَّنة بفعل الانصهار الجزئي للوشاح الخارجي. ويشكّل البازلت أكثر أنواع اللابة انتشاراً على سطح الأرض.

حجرة صُهارية magma chamber: حيِّز واقع على مسافة 5 أو 10 كلم تقريباً تحت قمة البركان، تتركّز فيه الصهارة وتتعرّض لتحوّلات فيزيائية وكيميائية.

حَمّة geyser: ينبوع ماء ساخن يتدفّق على فترات شبه منتظمة عند ارتفاع درجة حرارة المياه الجوفية وتشكّل بخار الماء.

سِليكا silica: مادة مؤلفة من السليكون والأكسجين (ثاني أكسيد السليكون). وتعتبَر السليكا أهم المعادن، إذ أنها تتوفّر بكثرة في شكلها النقي أو المركّب (تشكّل الكوارتز، الصوّان،..).

صدع fault: كَسر في طبقات الأرض يقطع امتدادها.

صُهارة magma: مادة مصهورة داخلية المنشأ.

قبّة dome: تلة ذات سفوح محدَّبة وصلبة، تتألّف من كتل صخرية كبيرة جرداء وتتكوّن بفعل النشاط البركاني.

قشرة (أديم) crust: الطبقة الخارجية من الأرض، التي تقع فوقها القارّات والمحيطات.

لابة lava: صخر مصهور تقذفه البراكين الثائرة.

مركز سطحي epicenter: نقطة على سطح الأرض هي الأقرب إلى مركز (بؤرة) الزلزال.

هزّة أرضية earthquake.

المحتويات


عرب كوميكس
www.arabcomics.net

كيف تتكوّن

الزلازل والبراكين

سلسلة «علوم الأرض والفضاء» مجموعةٌ من الكتب تتناول ظواهر التحوُّل المتواصل الذي تخضع له الأرض والفضاء. فتُبيِّن، مستعينة بالرسوم الملوَّنة، التغيُّر الذي يصاحِب تبدُّل فصول السنة وتكوُّن البراكين والزلازل وحياة النجوم وأصل الكوْن. كما تتتبَّع تشكُّل العواصِف وتدخل إلى قلب الذرَّة.

في هذا الكتاب عن **الزلازل والبراكين** وصفٌ لطبقات الأرض من سطحها إلى نواتها، وحركة القارّات والألواح القاريّة، وموجات الزلازل والهزّات الأرضية... وفيه استعرض أيضاً، مرحلة بعد مرحلة، لتكوّن الصدوع، وثوران البراكين وأنواعها، والسُحُب والحِمَم التي تندفع منها...

